

Inhalt

Inhalt	I
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis.....	X
1 Einleitung und Motivation	1
1.1 <i>Beschreibung des Problems</i>	1
1.2 <i>Lösungsansätze</i>	2
1.3 <i>Technische Ausbildung an der HTL Mistelbach und HTL Zistersdorf</i>	2
1.3.1 Lehrplan	3
2 Technische Gebäudeausrüstung	7
2.1 <i>Anforderungen an moderne Gebäude</i>	8
2.1.1 Energetische Gebäudegestaltung	8
2.1.2 Komfort und Behaglichkeit	10
3 Elektrotechnik	13
3.1 <i>Isolierte Leitungen und Kabel</i>	13
3.2 <i>Bauteile und Schaltungen</i>	15
3.3 <i>Elektrische Anlagen in Wohngebäuden</i>	17
3.4 <i>Herkömmliche Elektroinstallation</i>	18
3.4.1 Installation mit Verbindungsdosen	18
3.4.2 Installation mit Geräteverbindungsdosen.....	19
3.4.3 Installation mit zentralem Klemmkasten	19
3.5 <i>Sicherheitseinrichtungen</i>	20
3.5.1 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (FI-Schalter)	20
3.5.2 Leitungsschutzschalter (LS-Schalter)	21
3.6 <i>Automatisierung</i>	21
4 Sensorik.....	23
4.1 <i>Aktive und passive Sensoren</i>	23
4.2 <i>Analoge, digitale und binäre Sensoren</i>	24

4.3	<i>Analog- / Digitalwertverarbeitung</i>	25
4.3.1	Analog-Digital-Umsetzer	26
4.3.2	Digital- Analog-Umsetzer	30
4.4	<i>Beispiele und Gegenüberstellung von Sensoren</i>	31
4.4.1	Optische Sensoren	31
4.4.2	Geschwindigkeitssensoren	32
4.4.3	Magnetoresistiver Näherungsschalter	33
5	Pneumatik	35
5.1	<i>Struktur und Signalfluss</i>	35
5.2	<i>Elemente pneumatischer Systeme</i>	36
5.2.1	Drucklufterzeugung und Verteilung	36
5.2.2	Ventile.....	37
5.2.3	Arbeitselemente	38
5.3	<i>Systeme</i>	39
5.3.1	Schaltplan	39
5.3.2	Funktionsdiagramm	41
5.4	<i>Elektropneumatik</i>	42
5.4.1	Ventile.....	42
5.4.2	Stromlaufplan einer elektropneumatischen Steuerung.....	43
6	Steuerungstechnik	45
6.1	<i>Speicherprogrammierbare Steuerung</i>	46
6.1.1	Kleinststeuerungen	48
6.1.2	SIEMENS LOGO!	49
6.2	<i>Programmiersprachen</i>	51
6.2.1	Anweisungsliste (AWL)	52
6.2.2	Funktionsplan (FUP)	53
6.2.3	Kontaktplan (KOP).....	53
6.3	<i>Programmierung</i>	54
6.3.1	Ein- und Ausgänge	54
6.3.2	Öffner und Schließer.....	54
6.3.3	Grundverknüpfungen	55
7	Ausbildungsmodell	57
7.1	<i>Konstruktion</i>	58
7.2	<i>Elektroinstallation</i>	65
7.3	<i>Sensorik</i>	73
7.3.1	Windsensor.....	73
7.3.2	Helligkeitssensor.....	73
7.3.3	Präzisions-Dämmerungsschalter	74

7.3.4	Regensensor	76
7.4	<i>Pneumatik</i>	76
7.4.1	Drucklufterzeugung und Verteilung	76
7.4.2	Ventile	78
7.4.3	Arbeitselemente	80
7.4.4	Anlagenschema	82
7.5	<i>Steuerungstechnik</i>	87
Literatur		88
Anlagen		91
Bilder des Ausbildungsmodells		A-1
Kennbuchstaben von Betriebsmitteln		A-9
Verdrahtungspläne		A-11
Symbole Pneumatikkomponenten		A-21
Pneumatik Schaltplan		A-23
Selbstständigkeitserklärung		

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Auszug allgemeines Bildungsziel der Fachrichtung Biomedizin- und Gesundheitstechnik	4
Abb. 2 Auszug allgemeines Bildungsziel der Fachrichtung Gebäudetechnik	6
Abb. 3 Themenbereiche der technischen Gebäudeausrüstung.....	7
Abb. 4 Endenergieverbrauch in Deutschland	9
Abb. 5 Energiebilanz Mensch	10
Abb. 6 Farbkennzeichnung von Leitern	14
Abb. 7 Installationsschaltplan	15
Abb. 8 Übersichtsschaltplan	15
Abb. 9 Stromlaufplan in aufgelöster Darst.	16
Abb. 10 Stromlaufp. in zusammenh. Darst.	16
Abb. 11 Verdrahtungsplan	16
Abb. 12 Klemmenplan.....	17
Abb. 13 Installationszonen im Wohnbereich.....	18
Abb. 14 Installation mit Verbindungsdosen.....	19
Abb. 15 Installation mit Geräteverbindungsdosen	19
Abb. 16 Installation mit zentralem Klemmenkasten	20
Abb. 17 Fehlerstromschutzschalter	20
Abb. 18 Summenstromwandler.....	20
Abb. 19 Leitungsschutzschalter	21

Abb. 20 Aktive Sensoren.....	23
Abb. 21 Passive Sensoren.....	24
Abb. 22 Messschaltung mit Linearpotenziometer	24
Abb. 23 Inkrementale Wegmessung	25
Abb. 24 Struktur Analogwertverarbeitung	26
Abb. 25 Funktionsprinzip Analog-Digital-Umsetzer.....	27
Abb. 26 Beispiel Auflösung eines Analog-Digital-Umsetzers.....	28
Abb. 27 DA-Umsetzer mit Teilstömen.....	30
Abb. 28 Fotosensor	32
Abb. 29 Gleichstromtachogenerator	32
Abb. 30 Magnetoresistiver Näherungsschalter	33
Abb. 31 Signalfluss pneumatischer Systeme.....	35
Abb. 32 Druckluftverteilung	37
Abb. 33 Wartungseinheit	37
Abb. 34 Federrückgestelltes 3/2-Wegeventil mit manueller Betätigung.....	37
Abb. 35 5/2-Wegeventil mit pneumatischer Betätigung	37
Abb. 36 Zweidruckventil und Wechselventil.....	38
Abb. 37 Signalfluss einer pneumatischen Anlage.....	39
Abb. 38 Pneumatischer Schaltplan	40
Abb. 39 Funktionsdiagramm	41
Abb. 40 3/2-Wege-Magnetventil.....	43
Abb. 41 Pneumatischer Schaltplan und Stromlaufplan einer pneumatischen Anlage	44
Abb. 42 Struktur einer Steuerung.....	45

Abb. 43 Innerer Aufbau einer SPS.....	47
Abb. 44 Relais-Ausgang	47
Abb. 45 SIEMENS LOGO!	49
Abb. 46 SIEMENS LOGO! mit Erweiterungsmodulen	50
Abb. 47 SIEMENS LOGO! maximaler Ausbau	51
Abb. 48 Überblick über SPS-Programmiersprachen	51
Abb. 49 Aufbau und Arten von Steuerungsanweisungen	52
Abb. 50 Programmierung mit AWL	52
Abb. 51 Programmierung mit FUP	53
Abb. 52 Programmierung mit KOP	54
Abb. 53 Ausbildungsmodell - Geschossübersicht.....	57
Abb. 54 Profilquerschnitt.....	58
Abb. 55 Querschnitt Strebenprofil - Flächenträgheitsmoment	58
Abb. 56 Querschnitt Vierkantstange - Flächenträgheitsmoment	59
Abb. 57 Profilverschraubung mit Winkelprofil	60
Abb. 58 Verbindung geschlossen	60
Abb. 59 Verbindung offen	60
Abb. 60 Ausbildungsmodell Grundkonstruktion	62
Abb. 61 Ausbildungsmodell Gesamtübersicht	62
Abb. 62 Ausbildungsmodell – Ansicht von oben, mit Beschriftung	63
Abb. 63 Ausbildungsmodell – Ansicht von unten, mit Beschriftung	63
Abb. 64: Grundgerüst Ausbildungsmodell Abmessungen	64
Abb. 65 Aufbau des Schaltschranks	65

Abb. 66 Verdrahtungsplan Netzgeräte SIEMENS LOGO!	66
Abb. 67 Verdrahtungsplan Sensoren	67
Abb. 68 Verdrahtungsplan Bedienerkonsole 1 Taster, Schalter	67
Abb. 69 Verdrahtungsplan Bedienerkonsole 2	68
Abb. 70 Verdrahtungsplan Pneumatik Sensoren	68
Abb. 71 Verdrahtungsplan Bedienerkonsole 1 LEDs	69
Abb. 72 Verdrahtungsplan Lüfter und LED-Lampen	70
Abb. 73 Verdrahtungsplan Magnetventile-Pneumatik	70
Abb. 74 Übersicht Kabelkanäle von oben	71
Abb. 75 Übersicht Kabelkanäle von unten	71
Abb. 76 LED mit Lampenschirm	71
Abb. 77 Bedienerkonsole 1	72
Abb. 78 Bedienerkonsole 2	72
Abb. 79 Geschwindigkeitssensor	73
Abb. 80 Helligkeitssensor	74
Abb. 81 Schaltplan Helligkeitssensor	74
Abb. 82 Präzisions-Dämmerungsschalter	75
Abb. 83 Schaltplan Präzisions-Dämmerungsschalter	75
Abb. 84 Regensensor	76
Abb. 85 Kolbenverdichter ARGE Twister 4800	76
Abb. 86 Leitungsschema Pneumatik der HTL Mistelbach	77
Abb. 87 Wartungseinheit	78
Abb. 88 5/2-Wege-Magnetimpulsventil Schaltstellung 1	79

Abb. 89 5/2-Wege-Magnetimpulsventil Schaltstellung 2.....	79
Abb. 90 Doppeltwirkender Zylinder.....	80
Abb. 91 Normzylinder ADN-12-170-A-P-A.....	81
Abb. 92 Sonnenschutz offen	81
Abb. 93 Sonnenschutz geschlossen.....	81
Abb. 94 Pneumatikzylinder und Dachfenster.....	82
Abb. 95 Pneumatik Komponenten	83
Abb. 96: Pneumatikschaltplan Ausbildungsmodell	84
Abb. 97 Drosselung der Ein- und Ausfahrtsgeschwindigkeit	84
Abb. 98 Pneumatikschaltplan beide Kolben eingefahren	85
Abb. 99 Pneumatikschaltplan Kolben Zylinder 1A ausgefahren.....	85
Abb. 100 Pneumatikschaltplan Kolben Zylinder 2A ausgefahren	86
Abb. 101 SIEMENS LOGO! Basismodul und Erweiterungsmodul.....	87

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Stundentafel der Fachrichtung Biomedizin- und Gesundheitstechnik.....	3
Tabelle 2 Stundentafel Gebäudetechnik.....	5
Tabelle 3 Aderfarben von Leitungen und Kabeln.....	13
Tabelle 4 Aderkennzeichnung.....	14
Tabelle 5 Abfrage auf 0 und 1.....	55
Tabelle 6 Grundverknüpfungen.....	56
Tabelle 7 Technische Daten der Profile.....	59
Tabelle 8 Gewicht Grundkonstruktion	61
Tabelle 9 Gewicht PMMA GS Platten	61
Tabelle 10 Technische Daten des Kolbenverdichters.....	77

Abkürzungsverzeichnis

AC	Alternating-Current
CD	Compact Disc
CNC	Computerized Numerical Control
CPU	Central Processing Unit
DC	Direct-Current
HTL	Höhere Technische Lehranstalt
LCD	Liquid Crystal Display
LDR	Light Dependet Resistor
LED	Light Emitting Diode
PNP	Positive Negative Positive
ROM	Read Only Memory
TTL	Transistor-Transistor-Logik
z.B.	zum Beispiel

1 Einleitung und Motivation

Das Thema „Gebäudeautomation“ wird ein immer wichtigeres Thema in der heutigen Zeit. Heutzutage ist es wichtig, dass die technischen Gebäudeausrüstungen miteinander kommunizieren und zusammenarbeiten. Der Benutzer einer solchen Anlage darf die einzelnen Komponenten der Gebäudeausrüstung jedoch nicht bemerken oder gar als störend empfinden. Das heißt, der Benutzer darf nicht bemerken, dass die Luft in seinem Gebäude schlecht ist. Dies sollte das Gebäude erkennen und Maßnahmen setzen. Ebenso ist es beim Licht. Das Gebäude soll selbstständig erkennen, wann künstliches Licht erforderlich ist und wann nicht bzw. wann es erforderlich ist, einen Sonnenschutz einzusetzen, um z.B. im Sommer die Innenräume des Gebäudes zu beschatten.

Weiters ist ein Ziel der Gebäudeausrüstung, dass die verwendeten Komponenten einfach vom Benutzer bedient werden können bzw. dass sie wartungsarm und robust ausgeführt sind.

1.1 Beschreibung des Problems

In der HTL Mistelbach, mit der Fachrichtung Biomedizin und Gesundheitstechnik und der dazugehörigen HTL Zistersdorf, mit der Fachrichtung Gebäudetechnik, soll in den Werkstätten den Schüler/innen ein praxisnaher Unterricht geboten werden. Die Schüler/innen sollen für ihre spätere berufliche Karriere bestmöglich für die Wirtschaft vorbereitet werden. Aus diesem Grund wird versucht, den Unterricht so praxisnahe wie möglich zu gestalten. Speziell in der Gebäudeautomatisierung ist es wichtig an einem „lebenden“ Objekt zu arbeiten. Die Schüler sollen nicht nur an Steckbrettern ihr erlerntes theoretisches Wissen praktisch anwenden, sondern so weit wie möglich praxisorientiert arbeiten. Aus diesem Grund soll ein Ausbildungsmodell entwickelt werden, das diesen Ansprüchen gerecht wird.

Da es zwei unterschiedliche Fachrichtungen gibt, soll dieses Modell sowohl in der Fachrichtung Biomedizin und Gesundheitstechnik als auch in der Fachrichtung Gebäudetechnik Einsatz finden. Da sich die Schwerpunkte beider Fachrichtungen unterscheiden, soll ein Modell entwickelt werden, das folgende Ansprüche erfüllen kann.

Folgende Themenbereiche sollen abgedeckt werden:

- Elektroinstallation
- Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)
- Sensoren
- Pneumatik

1.2 Lösungsansätze

Das Ausbildungsmodell soll in Form eines Modellhauses mit 3 Geschossen realisiert werden. Die einzelnen Geschosse erhalten unterschiedliche Themenbereiche.

Das Haus wird eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) erhalten, die die Informationen der Eingangssignale der angeschlossenen Sensoren und Taster verarbeiten und die entsprechenden Ausgänge, an denen elektrische Betriebsmittel angeschlossen sind, schalten soll.

Es soll auch die Möglichkeit bestehen, das Gebäude jederzeit erweitern und ausbauen zu können. Aus diesem Grund soll ein modulares Baukastenprinzip entwickelt werden, bei dem es möglich ist, einzelne Module auszutauschen oder an einer anderen Stelle zu platzieren.

Das Schulungsmodell soll auch alle für die Elektrotechnik sicherheitstechnisch relevanten Bauteile, wie FI-Schalter und Leitungsschutzschalter, erhalten. Diese sollen in einem Schaltschrank verbaut werden. Damit die Schüler/innen praxisnahe an dem Modell arbeiten können, sollen die einzelnen Bauteile, Verdrahtungen und Leitungen sichtbar verlegt bzw. so verlegt werden, dass der Leitungsverlauf nachvollziehbar ist. Der Schaltschrank soll so aufgebaut werden, dass die Schüler/innen die Verdrahtung der Ein- und Ausgänge der SPS selbst durchführen können.

Somit soll ein „gläsernes“ Modell entstehen, anhand dem alle Signalflüsse nachvollziehbar sein sollen. Die Verdrahtungen der einzelnen Betriebsmittel werden alle zum Schaltschrank geführt, wo sie an Klemmen angeschlossen werden sollen. Die Aufgabe der Schüler/innen ist es anschließend, je nach Aufgabenstellung, die einzelnen Klemmen mit Brücken zu verbinden um z.B. die Eingangssignale des jeweiligen Betriebsmittels an den richtigen Eingang der SPS anzuschließen.

1.3 Technische Ausbildung an der HTL Mistelbach und HTL Zistersdorf

An den Höheren Technischen Lehranstalten (HTL) ist ein großer Schwerpunkt der Ausbildung der fachpraktische Unterricht. Im fachpraktischen Unterricht sollen die Schüler/innen ihr Wissen, das sie im fachtheoretischen Unterricht erworben haben, praktisch umsetzen. Aufgrund der geringen Schüleranzahl im fachpraktischen Unterricht, der in den ersten beiden Schulstufen zwischen sechs und acht Schüler/innen im Durchschnitt liegt, kann noch individueller auf den einzelnen Schüler eingegangen werden.

In den nachfolgenden Stundentafeln der einzelnen Fachrichtungen an den Standorten Mistelbach und Zistersdorf wird das Ausmaß der Werkstättenstunden (fachpraktischer Unterricht) aufgezeigt. In den allgemeinen Bildungszielen wird auf die Bildungs- und Lehr-aufgabe sowie auf den Lehrstoff näher eingegangen.

1.3.1 Lehrplan

Der Lehrplan besteht im Allgemeinen aus zwei Punkten: der Stundentafel und dem allgemeinen Lehrziel. Eine Stundentafel gibt einen Überblick des Stundenausmaßes aller Jahrgänge. Die Jahrgänge sind spaltenweise angeführt. Am unteren Ende ist die Gesamtstundenanzahl vermerkt. Das allgemeine Lehrziel wird in die einzelnen Unterrichtsgegenstände aufgespalten. Anschließend erfolgt die Gliederung der einzelnen Punkte in die Kompetenzfelder. Diese werden noch einmal aufgespalten in Bildungs- und Lehraufgaben und in den jeweiligen Lehrstoff.

In der Fachrichtung Biomedizin und Gesundheitstechnik wird der Werkstättenunterricht unter Punkt 7 mit „Prototypenbau medizintechnischer Systeme“ bezeichnet.

LEHRPLAN DER HÖHEREN LEHRANSTALT FÜR BIOMEDIZIN- UND GESUNDHEITSTECHNIK

I. STUNDENTAFEL ¹

(Gesamtstundenzahl und Stundenausmaß der einzelnen Unterrichtsgegenstände)

Pflichtgegenstände	Wochenstunden					Summe	Lehrverpflichtungsgruppe
	I.	II.	III.	IV.	V.		
A. Allgemeine Pflichtgegenstände							
1. Religion	2	2	2	2	2	10	(III)
2. Deutsch	3	2	2	2	2	11	(I)
3. Englisch	2	2	2	2	2	10	(I)
4. Geografie, Geschichte und Politische Bildung ²	2	2	2	2	-	8	III
5. Wirtschaft und Recht ³	-	-	-	3	2	5	II bzw. III
6. Bewegung und Sport	2	2	2	1	1	8	(IVa)
7. Angewandte Mathematik	4	4	3	2	2	15	I
8. Naturwissenschaften	3	3	2	2	-	10	II
B. Fachtheorie und Fachpraxis							
1. Biologie, Medizin und Gesundheitswesen	2	2	3	2	3	12	II
2. Biomedizinische Signalverarbeitung ⁴	3(1)	5(1)	4(1)	4(1)	4(2)	20	I
3. Medizinische Gerätetechnik	2	2	2	2	2	10	I
4. Gesundheitsmechatronik ⁴	2(1)	2(1)	2(1)	2(1)	2(1)	10	I
5. Medizin- und Gesundheitsinformatik ⁴	3(2)	4(2)	2(2)	2(2)	2(2)	13	I
6. Laboratorium	-	-	4	4	8	16	I
7. Prototypenbau medizintechnischer Systeme ⁵	5	5	5	5	5	25	III bzw. IV
Verbindliche Übung							
Soziale und personale Kompetenz ⁶	2(2)	-	-	-	-	2	III
Gesamtwochenstundenzahl	37	37	37	37	37	185	

Tabelle 1 Stundentafel der Fachrichtung Biomedizin- und Gesundheitstechnik¹

Aus dieser Übersicht ist erkennbar, dass der Werkstättenunterricht in allen fünf Jahrgängen mit einer Wochenstundenzahl von fünf Stunden bemessen ist. Aufgrund der Schulautonomie an der HTL Mistelbach wurden die Stunden umgelagert. Die Werkstättenwochenstundenanzahl im ersten und zweiten Jahrgang beträgt je sechs Stunden und in den Jahrgängen drei bis fünf je vier Stunden.

¹ Vgl. http://www.htl.at/fileadmin/content/Lehrplan/HTL_VO_2011/BGBI_II_Nr_300_2011_Anlage_1_3.pdf

Im allgemeinen Bildungsziel werden die Bildungs- und Lehraufgaben sowie der Lehrstoff beschrieben. Anschließend erfolgt ein Auszug aus dem allgemeinen Bildungsziel der Fachrichtung Biomedizin und Gesundheitstechnik. Es wurden jene Schwerpunkte angeführt, in denen das Ausbildungsmodell eingesetzt werden soll.

7. PROTOTYPENBAU MEDIZINTECHNISCHER SYSTEME

Kompetenzfeld „Gesundheitsmechatronik“:

Bildungs- und Lehraufgabe:

Die Schülerinnen und Schüler

- können für einen speziellen Anwendungsfall geeignete biokompatible Werkstoffe auswählen und bearbeiten, den Einsatz und die Fertigung von biokompatiblen Werkstücken planen sowie die Werkstücke fertigen;
- können CAD- und CAM-Werkzeuge bedienen, nach vorgegebenen Spezifikationen ein mechatronisches Gerät für gesundheitstechnische Anwendungen als Prototyp realisieren;
- können für eine Anwendung geeignete mechatronische Komponenten konfigurieren sowie Fernwirkssysteme mit Robotikkomponenten aufbauen und in Betrieb nehmen.

Lehrstoff:

Werkstättenbetrieb und Werkstättenordnung; Schutzmaßnahmen, Unfallverhütung; Arbeitsvorbereitung, Qualitätsprüfung und Qualitätssicherung.

Fertigung, Zusammenbau und Inbetriebnahme von mechatronischen Komponenten und Systemen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Bearbeitungstechniken, Materialien und Prüfverfahren sowie Durchführung von Wartungs- oder Instandsetzungsarbeiten auf Projektbasis unter Verwendung der folgenden Werkstätten:

Fertigungstechnik (I. Jahrgang):

Manuelle und maschinelle werkstoffgerechte Bearbeitung von verschiedenen Werkstoffen; Verbindungstechniken; Anwendung von verschiedenen Messmethoden und Messinstrumenten.

Gesundheitsmechatronik (IV. und V. Jahrgang):

Aufbau und Inbetriebnahme von Steuerungs- und Regelungssystemen; Rehabilitationstechnik (Herstellen von Geräten und Hilfsmitteln nach medizinischen Unterlagen).

Montage- und Reparaturtechnik (III. und IV. Jahrgang):

Inbetriebnahme nach Überprüfung, Montage und Demontage von mechatronischen Systemen; präventive Instandhaltung und Wartung; Mess- und Prüfverfahren.

Kompetenzfeld „Biomedizinische Signalverarbeitung“:

Bildungs- und Lehraufgabe:

Die Schülerinnen und Schüler können elektronische Bauteile auswählen und einfache Schaltungen nach gegebenen Spezifikationen fertigen.

Lehrstoff:

Fertigung, Aufbau und Inbetriebnahme von Baugruppen und Systemen sowie Durchführung von Wartungs- oder Instandsetzungsarbeiten auf Projektbasis unter Verwendung der folgenden Werkstätten:

Baugruppenfertigung (I. bis III. Jahrgang):

Bauformen und Kennzeichnung von elektronischen und elektrotechnischen Bauelementen; Aufbau, Verarbeitungs- und Reparaturtechniken; Inbetriebnahme und Reparatur von elektronischen Schaltungen.

Leiterplattendesign und -fertigung (I. bis II. Jahrgang):

Computerunterstützte prototypische mechanische und chemische Fertigung von Leiterplatten; Prüfung.

Elektronische Messtechnik (I. bis V. Jahrgang):

Auswahl und Anwendung geeigneter Messgeräte zur Messung und Bewertung analoger und digitaler Signale; Messen nichtelektrischer Größen; systematische Fehlersuche.

Medizinische Elektronik (II. bis V. Jahrgang):

Fertigung, Inbetriebnahme und Reparatur analoger und digitaler elektronischer Schaltungen zur Verarbeitung medizinisch relevanter Signale, Systemsicherheit.

Abb. 1 Auszug allgemeines Bildungsziel der Fachrichtung Biomedizin- und Gesundheitstechnik²

² Vgl. http://www.htl.at/fileadmin/content/Lehrplan/HTL_VO_2011/BGBI_II_Nr_300_2011_Anlage_1_3.pdf

In der Fachrichtung Gebäudetechnik wird der Werkstättenunterricht „Werkstätte und Produktionstechnik“ bezeichnet. Der Werkstättenunterricht umfasst die Jahrgänge eins bis drei. In den Jahrgängen vier und fünf geht der Werkstättenunterricht in das Werkstättenlabor über.

LEHRPLAN DER HÖHEREN LEHRANSTALT FÜR GEBÄUDETECHNIK

STUDENTAFEL ¹							
(Gesamtstundenzahl und Stundenausmaß der einzelnen Unterrichtsgegenstände)							
Pflichtgegenstände	Wochenstunden					Summe	Lehrverpflichtungsgruppe
	Jahrgang						
	I.	II.	III.	IV.	V.		
A. Allgemeine Pflichtgegenstände							
1. Religion	2	2	2	2	2	10	(III)
2. Deutsch	3	2	2	2	2	11	(I)
3. Englisch	2	2	2	2	2	10	(I)
4. Geografie, Geschichte und Politische Bildung ²	2	2	2	2	-	8	III
5. Wirtschaft und Recht ³	-	-	-	3	2	5	II bzw. III
6. Bewegung und Sport	2	2	2	1	1	8	IVa
7. Angewandte Mathematik	3	3	3	2	2	13	I
8. Naturwissenschaften	3	2	2	2	-	9	II
9. Angewandte Informatik	2	2	-	-	-	4	I
B. Fachtheorie und Fachpraxis							
1. Planung und Projektierung ⁴	6(4)	6(2)	4(2)	3(3)	3(3)	22	I
2. Heizungstechnik	2	2	2	2	2	10	I
3. Lüftungs- und Klimatechnik	-	2	2	2	2	8	I
4. Kältetechnik	-	-	2	2	3	7	I
5. Sanitärtechnik	-	2	2	2	2	8	I
6. Energie- und Projektmanagement ⁵	-	-	2	3	3	8	I
7. Elektro-, Regelungs- und Leittechnik	-	-	2	3	3	8	I
8. Laboratorium	-	-	-	3	3	6	I
9. Werkstätte und Produktionstechnik ⁶	6	8	8	3	3	28	III bzw. IV
Verbindliche Übung							
Soziale und personale Kompetenz ⁷	2(2)	-	-	-	-	2	III
Gesamtwochenstundenzahl	35	37	39	39	35	185	
Pflichtpraktikum							
mindestens 8 Wochen in der unterrichtsfreien Zeit vor Eintritt in den V. Jahrgang:							

Tabelle 2 Stundentafel Gebäudetechnik³

Der Werkstättenunterricht in der Gebäudetechnik an der HTL Zistersdorf wurde aufgrund der Schulautonomie wieder verändert. Im ersten und im zweiten Jahrgang gibt es eine Wochenstundenanzahl von acht Stunden und im dritten Jahrgang gibt es sechs Wochenstunden.

Anschließend erfolgt erneut ein Auszug aus dem allgemeinen Bildungsziel und zwar von der Fachrichtung Gebäudetechnik. Es werden erneut jene Schwerpunkte angeführt, in denen das Ausbildungsmodell eingesetzt werden soll.

³ Vgl. http://www.htl.at/fileadmin/content/Lehrplan/HTL_VO_2011/BGBI_II_Nr_300_2011_Anlage_1_6.pdf

9. WERKSTÄTTE UND PRODUKTIONSTECHNIK

Bildungs- und Lehraufgabe aller Kompetenzbereiche:

Die Schülerinnen und Schüler

- kennen im jeweiligen Kompetenzbereich die gebräuchlichen Werk- und Hilfsstoffe sowie die Arbeitsmethoden gemäß den einschlägigen Regelwerken;
- kennen die rechtlichen Vorgaben der Sicherheitstechnik und Unfallverhütung und können diese in der Werkstätte und im Werkstättenlaboratorium beurteilen und anwenden.

Lehrstoff aller Kompetenzbereiche:

Werkstättenbetrieb und Werkstättenordnung; Schutzmaßnahmen, Unfallverhütung; Qualitätsprüfung und Qualitätssicherung, Pflege von Werkzeugen, Maschinen und Geräten, Recycling.

Herstellung eines oder mehrerer fach einschlägiger Produkte und Durchführung von Wartungs- oder Instandsetzungsarbeiten auf Projektbasis unter Berücksichtigung unterschiedlicher Bearbeitungstechniken, Materialien und Prüfverfahren unter Verwendung der im Folgenden angeführten Werkstätten (I. bis III. Jahrgang) und Werkstättenlaboratorien (IV. und V. Jahrgang).

Kompetenzfeld „Elektro-, Regelungs- und Leittechnik“:

Bildungs- und Lehraufgabe:

Die Schülerinnen und Schüler

- kennen die wichtigsten Komponenten einer elektrischen Gebäudeinstallation;
- können einfache elektrische Installationsarbeiten durchführen;
- können Installationen und Regelungen überprüfen;
- können einfache Regelungen parametrieren und dokumentieren.

Lehrstoff:

Werkstätte „Elektrotechnik“ (II. und III. Jahrgang):

Installationstechnik, elektrische Grundschaftungen.

Aufbau, Inbetriebsetzung von Computersystemen, Netzwerke, Konfiguration, Diagnose und Fehlerbehebung.

Werkstättenlaboratorium „Elektrotechnik“ (IV. und V. Jahrgang):

Analysieren und Interpretieren von Schaltplänen, Messmethoden, Steuerungen und Regelungen.

Abb. 2 Auszug allgemeines Bildungsziel der Fachrichtung Gebäudetechnik⁴

⁴ Vgl. http://www.htl.at/fileadmin/content/Lehrplan/HTL_VO_2011/BGBI_II_Nr_300_2011_Anlage_1_6.pdf

2 Technische Gebäudeausrüstung

Unter dem Begriff „Technische Gebäudeausrüstung“ werden alle technischen Anlagen, Einrichtungen und Installationen in Gebäuden verstanden, die dem Menschen Wohlbefinden bereiten. Im Gegensatz zum Thema Gebäudehülle hat die technische Gebäudeausrüstung erst in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen und ist somit noch ein sehr junges Thema. In den letzten hundert Jahren hat sich der Anteil der technischen Gebäudeausrüstung im Vergleich zu den Gesamtkosten eines Gebäudes von ca. 15% auf 55% erhöht.

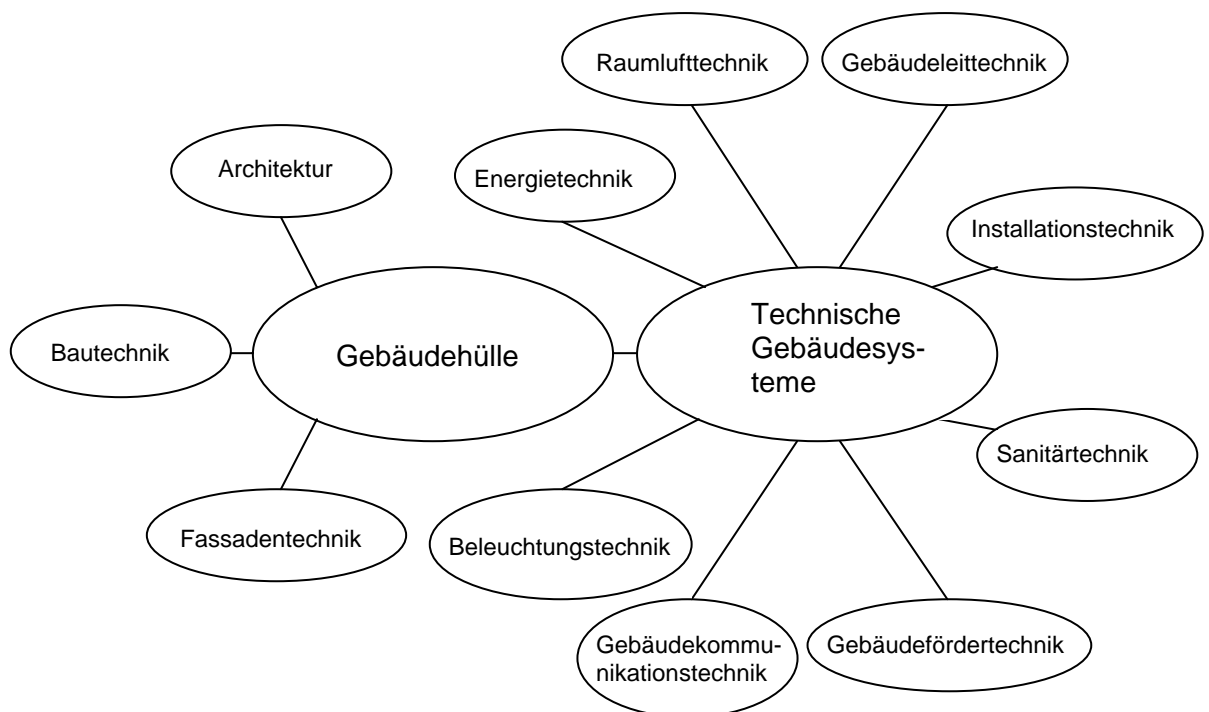


Abb. 3 Themenbereiche der technischen Gebäudeausrüstung⁵

Bei der technischen Gebäudeausrüstung steht in erster Linie die Funktion der einzelnen Themenbereiche im Vordergrund. Der Nutzer möchte, dass die einzelnen Bereiche einwandfrei arbeiten, ohne dass er sie unmittelbar bemerkt, ferner noch, dass sie ihn stören. Somit ist ein weiterer wichtiger Punkt die Behaglichkeit.⁶

⁵ Vgl. Pech Anton; Jens Klaus: Heizung und Kühlung

⁶ Vgl. Pech Anton; Jens Klaus: Heizung und Kühlung

2.1 Anforderungen an moderne Gebäude

Durch die Gebäudegestaltung werden vier Bereiche beeinflusst:

- Das Gebäude muss seinen funktionellen Ansprüchen gerecht werden. Das heißt, dass z.B. ein Bürogebäude den Anforderungen eines Bürogebäudes genügen muss.
- Das Gebäude muss den gewünschten behaglichen Anforderungen der darin befindlichen Personen gerecht werden.
- Betriebswirtschaftliche Anforderungen müssen immer auf den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes angesehen werden.
- Das Gebäude muss den Imageanforderungen der Benutzer und der Mitarbeiter genügen.

Diese vier oben erwähnten Punkte dürfen nicht als starr oder zu gleichen Teilen angesehen werden. Sie unterliegen während eines Lebenszyklus Veränderungen und sind somit dynamisch anzusehen. Die Nutzungsbedingung eines Objektes ist während eines Zyklus nicht gleich. In den meisten Fällen kommt es zu mehreren Änderungen der jeweiligen Nutzung. Bei der Gestaltung des Gebäudes liegt das größte Augenmerk auf den strategischen Bauteilen. Darunter versteht man jene Bauteile, die die Kosten während des Betriebes bzw. die Nutzungsqualität zu einem großen Maß beeinflussen.

Die Haustechnik hat einen wesentlichen Anteil bei der Gebäudegestaltung. Wenn man sich die Nebenkosten eines Gebäudes näher betrachtet, kann diese in zwei Gruppen eingeteilt werden:

- Kostenanteile aufgrund der Gestaltung der Haustechnik:
 - o Wartungskosten
 - o Elektroenergiekosten
 - o Heizenergiekosten
 - o Wasser, Abwasserkosten
- Kostenanteile die unabhängig der Gebäudegestaltung entstehen:
 - o Öffentliche Abgaben
 - o Versicherung
 - o Reinigungskosten
 - o Bewachungskosten
 - o Verwaltungskosten
 - o Hausmeisterkosten
 - o Sonstige Kosten

2.1.1 Energetische Gebäudegestaltung

Ungefähr 40% der Nebenkosten sind durch die Gestaltung der Haustechnik und durch die energetische Gebäudegestaltung beeinflussbar.

Aus diesem Grund ist es bereits in der Gebäudeplanung, noch vor dem Baubeginn, unumgänglich sich mit der Entscheidung der Komponenten der Haustechnik zu befassen. Eine wichtige Komponente ist die Lebensdauer der einzelnen Komponenten.

Wichtig ist auch eine energetische Gebäudeplanung, schon alleine aufgrund des drohenden Klimawandels. Gebäude verursachen einen großen Anteil des Energieverbrauchs. Es sollte daher das Ziel sein, möglichst energieeffiziente Gebäude zu errichten bzw. bestehende Gebäude zu modernisieren.

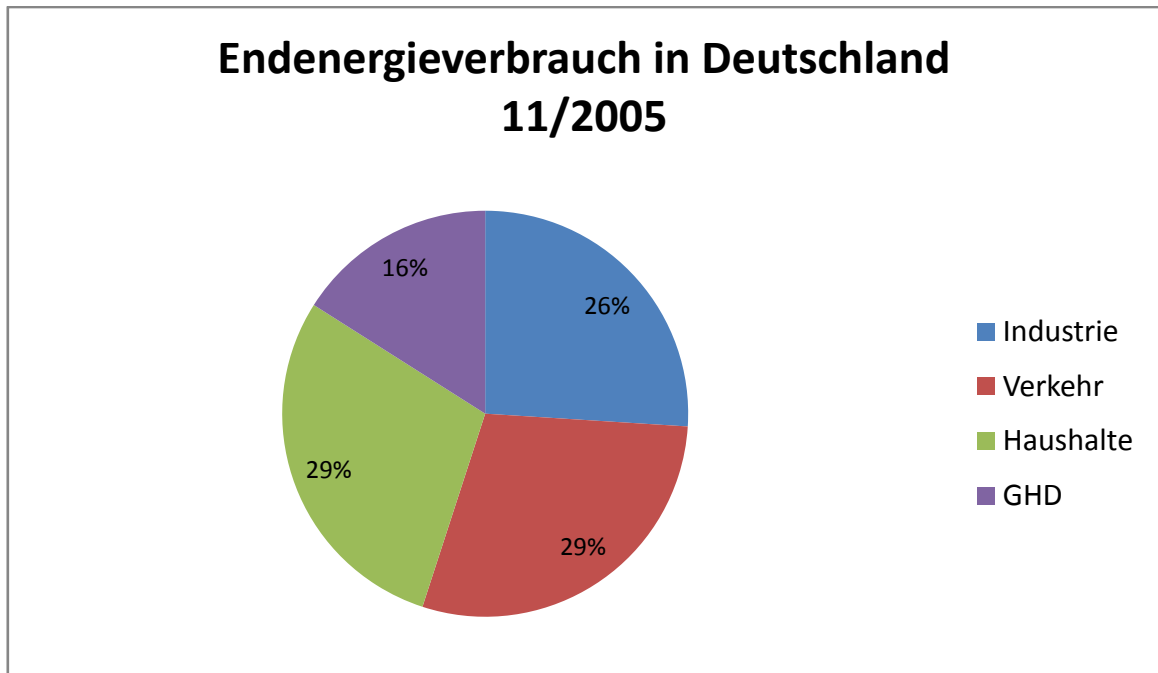


Abb. 4 Endenergieverbrauch in Deutschland⁷

Einen Einfluss auf den Energieverbrauch in Gebäuden haben:

- Baukörper- und Fassadengestaltung
- Energiebereitstellungs- und Umwandlungstechnologien, wie z.B. Energieerzeuger und Kälteerzeuger
- Einsatz von Gebäudeautomation

⁷ Vgl. Krimmling Jörn; Preuß André; Deutschmann Jens Uwe; Renner Bernhard: Atlas Gebäudetechnik

2.1.2 Komfort und Behaglichkeit

Für den Benutzer des Gebäudes hat die Behaglichkeit Priorität. Das heißt, die betreffende Person muss sich in dem Gebäude wohl fühlen. Ein wichtiger Punkt in diesem Zusammenhang ist das Preis-Leistungs-Verhältnis. Wichtig deshalb, weil sich bei den Komponenten Komfort und Energieeinsparung gegenüber stehen. Das heißt, man muss den goldenen Mittelweg zwischen Komfort und Energieeinsparung finden. Man sollte sich z.B. immer die Frage stellen, ob eine Klimatisierung wirklich notwendig ist oder ob es Alternativen wie eine Beschattung gibt, die keine Betriebskosten während des Lebenszyklus mit sich bringen.

Das Raumklima ist wesentlich abhängig vom persönlichen Empfinden der einzelnen Personen. Dies wird als thermische Behaglichkeit bezeichnet. Die im Raum befindliche Person fühlt sich dann wohl, wenn ihre Wärmeabgabe mit dem Saldo der vom Körper produzierten Wärme übereinstimmt.

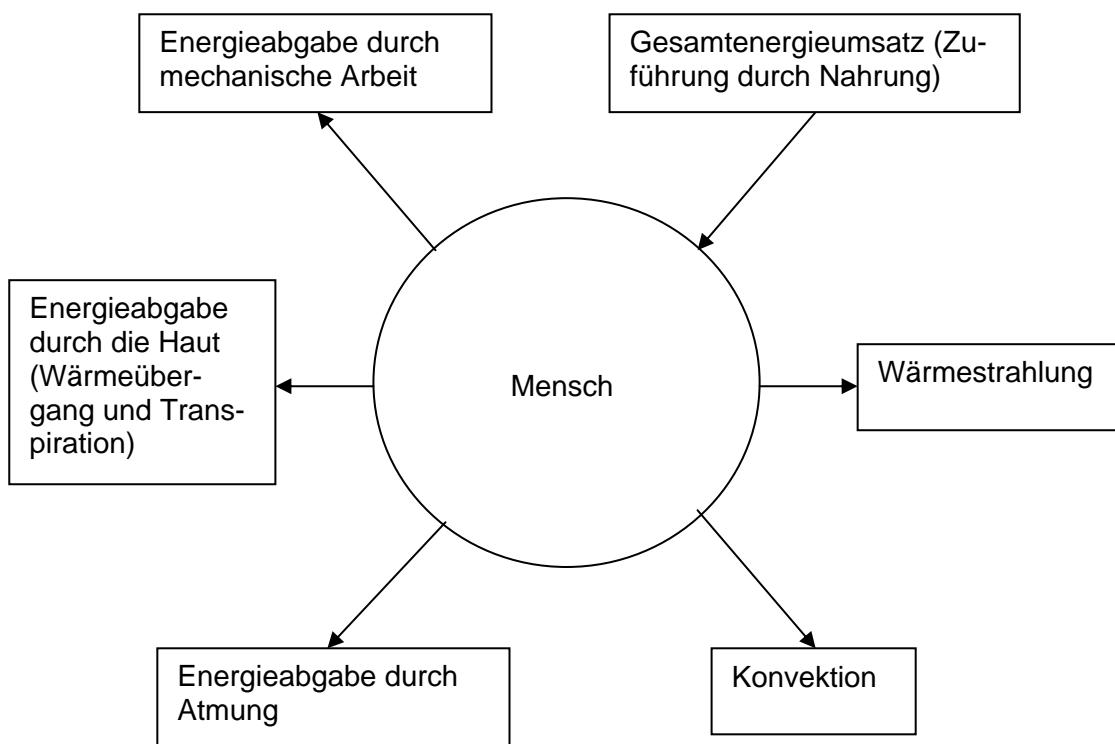


Abb. 5 Energiebilanz Mensch⁸

⁸ Vgl. Krimmling Jörn; Preuß André; Deutschmann Jens Uwe; Renner Bernhard: Atlas Gebäudetechnik

Die wesentlichen Klimaparameter, die einen Einfluss auf die Behaglichkeit des Menschen haben sind:

- Lufttemperatur
- Mittlere Strahlungstemperatur der Umgebung
- Luftgeschwindigkeit
- Luftfeuchte

Da jedoch jede Person ein anderes Empfinden hat, was für sie behaglich ist und was nicht, kann dieses Problem nur mit einem statistischen Maßstab gelöst werden. Dieser Maßstab heißt PMV und bedeutet predicted mean votum – vorausgesagtes mittleres Votum. Dieser Wert gibt den Durchschnitt der Klimabedeutung durch eine große Personen-Gruppe an. Aus dem PMV kann mit einer weiteren Formel der Prozentsatz der unzufriedenen Personen, bezeichnet mit der Abkürzung PPD (predicted percentage of dissatisfied – vorausgesagter Prozentsatz Unzufriedener), errechnet werden.

Einen weiteren wichtigen Einfluss auf die Behaglichkeit hat die Luftqualität. An die im Raum befindliche Luft sind folgende Ansprüche gestellt:

- Für die Atmung muss der erforderliche Sauerstoff vorhanden sein.
- In der Luft dürfen keine gesundheitsschädlichen Inhaltsstoffe vorhanden sein.
- Die Luft muss frei von Gerüchen sein.

Analog zum Raumklima kann auch für die Behaglichkeit der Luft eine Formel erstellt werden. Dies ist die Formel für die Luftqualität nach Fanger.

Ein weiteres Maß zur Beschreibung der Luftqualität ist die Verunreinigungsbelastung einer Person mit der Einheit Olf.

Der nächste wesentliche Punkt, der einen Einfluss auf die Behaglichkeit hat, ist das visuelle Raumklima. Darunter versteht man unter anderem das Licht und die Beleuchtung. Durch die Leuchtdichte-Verteilung werden sowohl die Sehleistung als auch der Sehkomfort verbessert. Es ist hierbei wichtig, dass es nicht zu einer zu hohen Leuchtdichte kommt, denn das kann zu Blendungen führen. Es sollte auch nicht zu hohe Leuchtdichteunterschiede und zu niedrige Leuchtdichten geben. Eine Raumbeleuchtung, die für die Personen als behaglich angesehen wird, hat einen hohen Anteil an Tageslicht. Der Mensch wird sehr stark vom Tageslicht beeinflusst und benötigt es für seine psychologischen als auch für seine physiologischen Prozesse im Körper.⁹

⁹ Vgl. Krimmling Jörn; Preuß André; Deutschmann Jens Uwe; Renner Bernhard: Atlas Gebäudetechnik

3 Elektrotechnik












































3.1 Isolierte Leitungen und Kabel

Isolierte Leitungen und Kabel bestehen entweder aus nur einer oder aber auch aus mehreren isolierten Aderleitungen.

Die Aderleitung besteht nur aus einem Leiter der mit der Aderisolation ummantelt ist. Kabel besitzen im Vergleich zu den Leitungen eine stärkere Mantelisolierung und können weiters noch eine Umhüllung oder Bewährung haben. Kabel dürfen im Gegensatz zu den Leitungen auch im Erdreich verlegt werden. Als Leiterwerkstoff wird in den meisten Fällen Kupfer oder aber auch Aluminium verwendet. Eindräftige Leiter werden bis zu einer Stärke von 10 mm² hergestellt und sind starr. Sie sind nur für eine feste Verlegung zu verwenden. Mehrdräftige Leiter werden bei Querschnitten ab 16 mm² eingesetzt. Die dritte Art sind die fein- und feinstdräftigen Leiter. Sie werden bei Verbrauchern eingesetzt, die nicht ortsgebunden sind. Sie sind sehr gut beweglich und selbst bei vielfacher Bewegung brechen die einzelnen Adern nicht.

Die Isolierungen müssen den unterschiedlichsten Anforderungen standhalten. Sie müssen Spannungen, Temperaturschwankungen, Feuchtigkeit aber auch chemischen Einflüssen standhalten.

Leitungen und Kabel, die bis zu 5 Adern besitzen, müssen farblich gekennzeichnet werden. Man unterscheidet hierbei Kabel oder Leitungen mit Schutzleiter und jene ohne Schutzleiter. Ab einer Aderanzahl von 5 sind die einzelnen Adern schwarz gekennzeichnet, weisen jedoch einen Zahlencode auf, mit dem sie zu unterscheiden sind.

Aderzahl	Kabel oder Leitungen	
	mit Schutzleiter	ohne Schutzleiter
2	— —	 
3	  	  
3*	— — —	  
4	   	   
4*	 —   	— — — —
5	    	    
>5	    	    

* In Drehstromkreisen sollen für die drei Außenleiter L1, L2 und L3 die Aderfarben Braun, Schwarz und Grau verwendet werden.

Tabelle 3 Aderfarben von Leitungen und Kabeln¹⁰

¹⁰ Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

Der Schutzleiter (PE) muss immer grüngelb gekennzeichnet werden. Der Neutralleiter besitzt immer eine blaue Farbe.¹¹

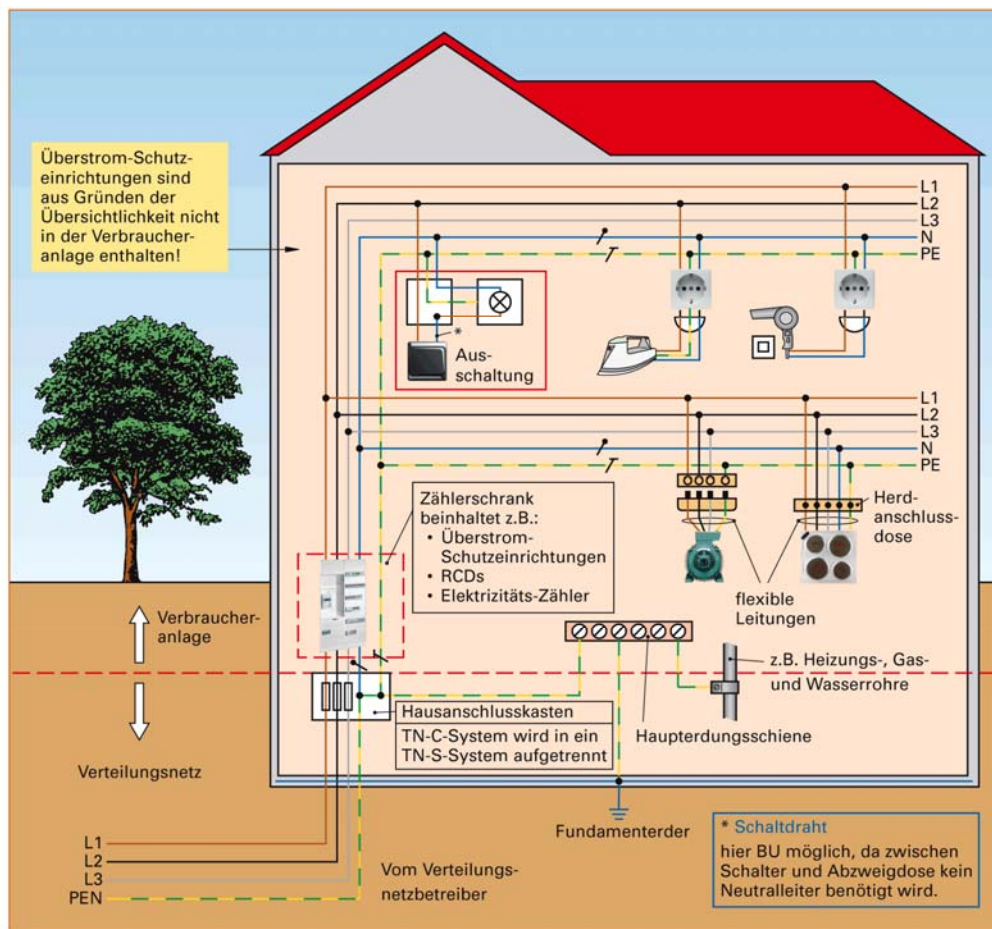


Abb. 6 Farbkennzeichnung von Leitern¹²

Leiter	Abkürzung	Farbcode
Außenleiter 1	L1	Braun (BN)
Außenleiter 2	L2	Schwarz (BK)
Außenleiter 3	L3	Grau (GY)
Neutralleiter	N	Blau (BU)
Schutzleiter	PE	Grüngelb (GNYE)

Tabelle 4 Aderkennzeichnung¹³

¹¹ Vgl. Bastian Peter; ...: Praxis Elektrotechnik

¹² Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

¹³ Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

3.2 Bauteile und Schaltungen

Betriebsmittel wie z.B. Steckdosen oder Schalter müssen mit genormten Buchstaben gekennzeichnet werden. Der Buchstabe gibt die Art des Betriebsmittels an. An den Kennbuchstaben des Betriebsmittels hängt eine Nummer. Sie stellt eine laufende Nummerierung des Betriebsmittels dar.

Bei der Art der Schaltpläne unterscheidet man bei der Elektroinstallation im Wesentlichen sechs Arten:

- Installationsschaltplan
- Übersichtsschaltplan
- Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung
- Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung
- Verdrahtungsplan
- Klemmenplan

Beim Installationsschaltplan und beim Übersichtsschaltplan kommt eine einpolige Darstellung zum Einsatz. Beide enthalten alle Betriebsmittel und Leitungen. Auf beiden kann man das verwendete Leitungsmaterial, die Aderzahl, den Leitungsquerschnitt, die Verlegeart und auch die Schaltungsart entnehmen. Der Installationsschaltplan wird maßstabsgetreu und lagerichtig in den Grundrissplan eingezeichnet und dient als Arbeitsunterlage für die Elektroinstallation.

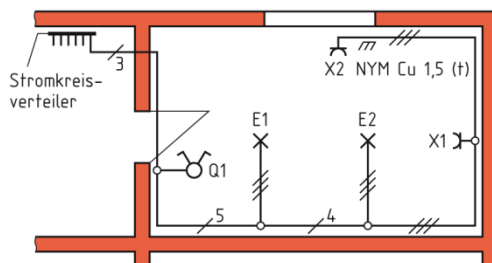


Abb. 7 Installationsschaltplan¹⁴

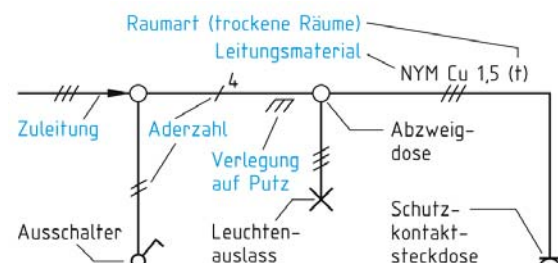


Abb. 8 Übersichtsschaltplan¹⁵

Bei den Stromlaufplänen in aufgelöster Darstellung wird die Funktion einer Schaltung dargestellt. Die räumliche Anordnung der einzelnen Betriebsmittel wird in der Darstellung nicht berücksichtigt. Die Verdrahtung wird allpolig dargestellt. Die Darstellung der Stromwege sollte möglichst waagrecht oder senkrecht erfolgen und kreuzungsfrei sein. Bei den Stromlaufplänen in zusammenhängender Darstellung gibt die Darstellung die räumlichen Zusammenhänge wieder. Elektrische Betriebsmittel werden genau dargestellt. Auch hier

¹⁴ Vgl. Blickle Siegrid; ...: Installations- und Heizungstechnik Fachkunde

¹⁵ Vgl. Blickle Siegrid; ...: Installations- und Heizungstechnik Fachkunde

ist die Leitungsführung allpolig. Diese Art des Stromlaufplans wird oft für Innenschaltungen von Betriebsmitteln verwendet.¹⁶

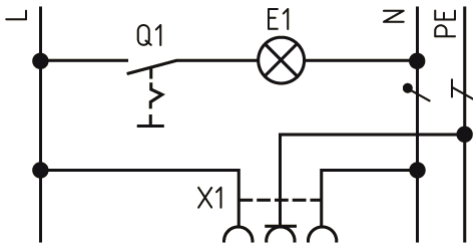


Abb. 9 Stromlaufplan in aufgelöster Darst.¹⁷

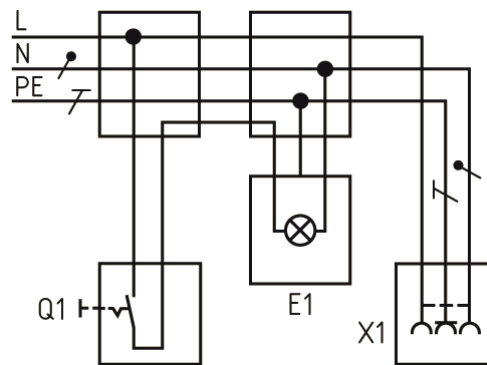


Abb. 10 Stromlaufp. in zusammenh. Darst.¹⁸

Neben den vier genannten Stromplänen spielen auch der Verdrahtungsplan und der Klemmenplan eine wichtige Rolle in der Elektroinstallation.

Verdrahtungspläne stellen die elektrischen Leitungen und Verbindungen dar, die sich innerhalb eines elektrischen Betriebsmittels befinden. Sie werden benötigt, um zusammengehörige Betriebsmittel miteinander zu verbinden. Er ist notwendig, wenn z.B. ein Elektrowärmespeicher mit einem Raumthermostat zu verbinden ist. Die Verbindungen im Verdrahtungsplan werden weitestgehend lagerichtig eingezeichnet und ähnlich dem Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung abgebildet. Damit mehrere Pläne kombinierbar sind, müssen die Betriebsmittel gleich bezeichnet werden. Weiters müssen die Anschlussklemmen bezeichnet und in dem Verdrahtungsplan eingetragen werden. Somit ist der Leitungsverlauf nachvollziehbar.

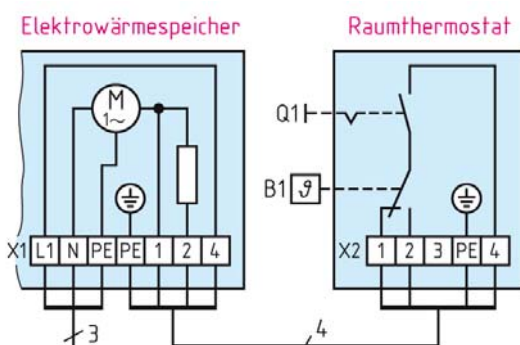


Abb. 11 Verdrahtungsplan¹⁹

¹⁶ Vgl. Bastian Peter; ...: Praxis Elektrotechnik

¹⁷ Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

¹⁸ Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

¹⁹ Vgl. Blickle Siegfried; ...: Installations- und Heizungstechnik Fachkunde

Klemmenpläne, auch Verbindungspläne genannt, werden hauptsächlich für große Steuerungen und Regelungen gezeichnet. Hier werden ausschließlich die ankommenden und abgehenden Leitungen einer Klemmenleiste angeführt.²⁰

Mit Hilfe des Klemmenplans wird das Anschließen von z.B. Tastern an umfangreiche Steuerungen erleichtert. Beim Erstellen eines Klemmenplans müssen vorab alle äußeren Betriebsmittel gekennzeichnet werden. An jedem Übergang von internen Betriebsmitteln zu externen Betriebsmitteln muss eine Klemme erfolgen. An jeder Klemme darf nur ein Leiter geklemmt werden, entweder ein interner oder ein externer Bauteil. Um den Klemmenplan übersichtlich zu halten, muss die Leitungsführung eindeutig sein. Deshalb ist es notwendig, auf der internen Seite des Klemmenplans eine Zielangabe anzugeben.

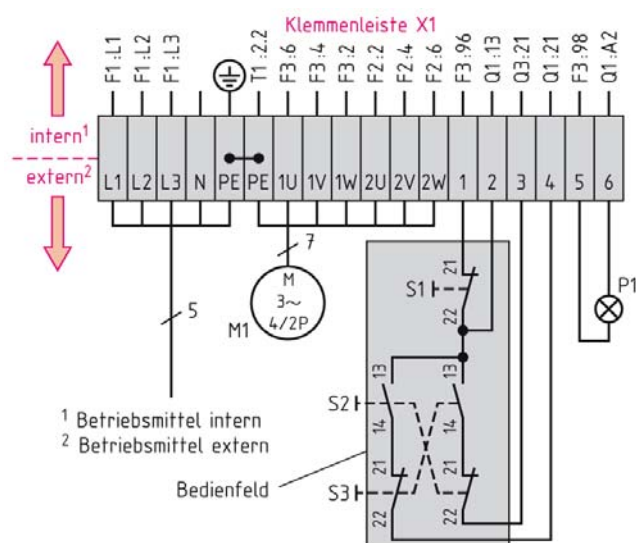


Abb. 12 Klemmenplan²¹

3.3 Elektrische Anlagen in Wohngebäuden

Der Hausanschluss verbindet das Netz des Energiebetreibers mit dem Gebäude. In Wohngebäuden, die mehr als zwei Wohneinheiten beherbergen, muss es einen eigenen Hausanschlussraum geben. Dieser muss an eine Außenwand des Gebäudes grenzen. Durch diese Außenwand muss die Hauseinführungsleitung verlaufen. Der Hausanschlussraum darf nicht als Durchgang bzw. als Lagerraum verwendet werden und es dürfen sich keine Versorgungsleitungen für Gas, Wasser oder Fernwärme an der gleichen Wand, an der sich elektrische Einrichtungen befinden, montiert werden. Die Hauptleitung verbindet den Hausanschlusskasten und den Zähler. Der Zähler befindet sich in einem Zählerschrank. Dieser beherbergt außer dem Zähler noch Tarifschaltgeräte, Hauptleitungsschutzschalter und Stromkreisverteiler. Dieser Zählerschrank darf nicht in Heizräumen oder feuchten Räumen platziert werden, weiters nicht in Räumen mit erhöhter Um-

²⁰ Vgl. Blickle Siegfried; ...: Installations- und Heizungstechnik Fachkunde

²¹ Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

gebungstemperatur und explosionsgefährdeten Bereichen. Ist der Leitungsverlauf unterputz verlegt, müssen die einzelnen Leitungen nachvollziehbar verlegt sein. Leitungen sind jedoch nur dann nachvollziehbar, wenn sie in bestimmten Installationszonen verlegt wurden. Generell kann man sagen, werden die Stromleitungen horizontal und vertikal verlegt. Diese waagrechten Leitungen werden 300 mm unter der Decke bzw. über dem fertigen Fußboden verlegt. Die Höhe der Installationszone beträgt ebenfalls 300 mm. Die senkrechten Stromleitungen werden meist 150 mm von den Rohbaukanten verlegt. Die Breite der senkrechten Installationszonen beträgt 200 mm. Betätigungsstellen, wie z.B. Schalter oder Taster, werden an der Schlossseite der Türen auf einer Höhe von 1050 mm installiert. Steckdosen besitzen einen Bodenabstand von 300 mm.²²

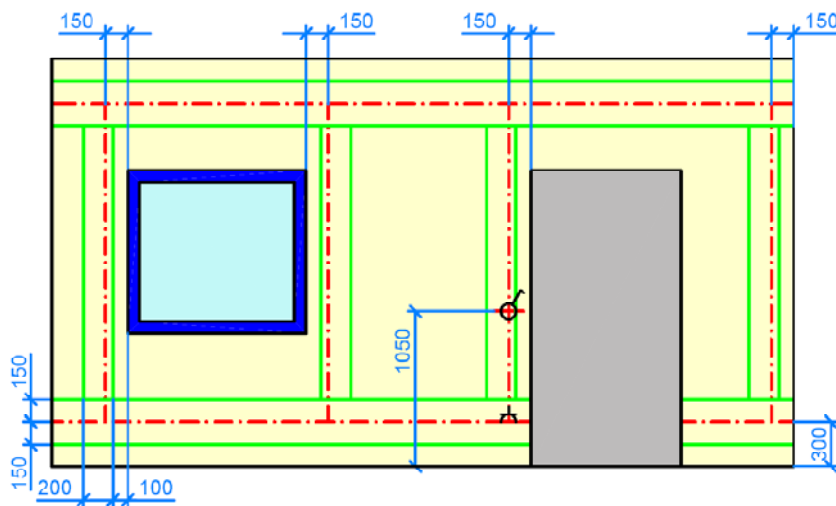


Abb. 13 Installationszonen im Wohnbereich²³

3.4 Herkömmliche Elektroinstallation

Man unterscheidet drei Formen der Elektroinstallation:

- Installation mit Verbindungsdosen
- Installation mit Geräteverbindungsdosen
- Installation mit zentralem Klemmkasten

3.4.1 Installation mit Verbindungsdosen

Bei der Installation mit Verbindungsdosen werden die Leitungen in der oberen waagrechten Installationszone geführt. Leitungen, die waagrecht nach unten führen, werden mit

²² Vgl. Bastian Peter; ...: Praxis Elektrotechnik

²³ Vgl. Bastian Peter; ...: Praxis Elektrotechnik

Hilfe von Verbindungsdozen abgezweigt. Diese Art der Elektroinstallation wird als klassische Elektroinstallation bezeichnet, da sie am häufigsten zur Anwendung kommt.

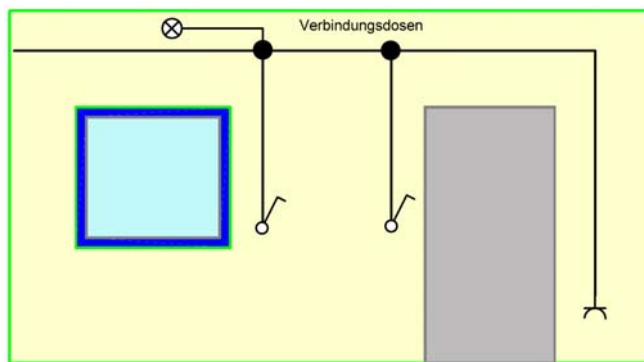


Abb. 14 Installation mit Verbindungsdozen²⁴

3.4.2 Installation mit Geräteverbindungsdozen

Bei dieser Art der Elektroinstallation werden die Leitungen in den jeweiligen Schalterdozen verbunden. Diese Schalterdozen haben eine größere Einbautiefe als die herkömmlichen. Diese Vorgehensweise wird meist bei der Inbetoninstallation und bei der Hohlwandinstallation verwendet.

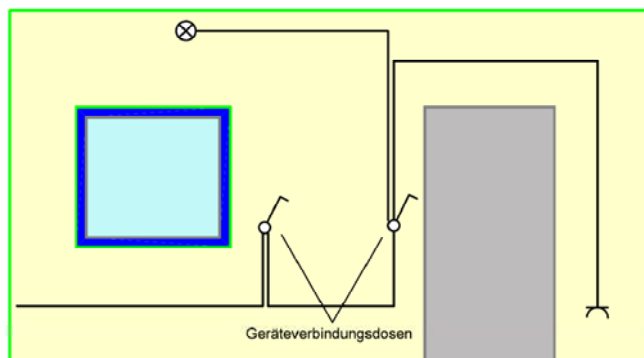


Abb. 15 Installation mit Geräteverbindungsdozen²⁵

3.4.3 Installation mit zentralem Klemmkasten

Bei dieser Art der Elektroinstallation werden alle Betätigungsstellen und Betriebsmittel durch eine eigene Leitung zum Klemmenkasten geführt. Durch diese Installation können sehr leicht Änderungen vorgenommen werden. Auch Wartungen und Reparaturen können hier vorgenommen werden ohne den Betrieb zu stören.²⁶

²⁴ Vgl. Bastian Peter; ...: Praxis Elektrotechnik

²⁵ Vgl. Bastian Peter; ...: Praxis Elektrotechnik

²⁶ Vgl. Bastian Peter; ...: Praxis Elektrotechnik

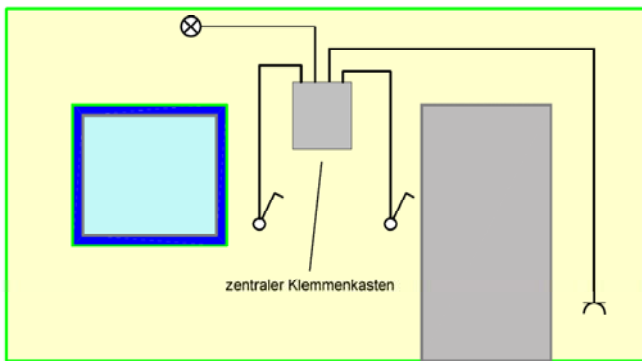


Abb. 16 Installation mit zentralem Klemmenkasten²⁷

3.5 Sicherheitseinrichtungen

3.5.1 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (FI-Schalter)

Die Aufgabe des FI-Schalters ist es, Betriebsmittel innerhalb von 0,2s abzuschalten, wenn eine gefährliche Berührungsspannung vorliegt.

Alle Leiter eines Betriebsmittels (Außenleiter L1, L2, L3 und der Neutralleiter N) werden durch einen Summenstromwandler geführt. Im Normalfall ist die Summe der zugeführten Ströme gleich der Summe der abgeführten Ströme. Somit ergibt sich ein resultierender Strom von 0 A. Die magnetischen Felder im Summenstromwandler heben sich somit auf. Somit wird in der Ausgangswicklung keine Spannung induziert.

Im Fehlerfall (Erdschluss, Körperschluss) fließt ein Teil des Stromes über die Erde ab. Daraus resultiert, dass nun die Summe der zufließenden und abfließenden Ströme nicht mehr Null ist. In der Ausgangswicklung wird dadurch eine Spannung induziert. Dadurch wird ein magnetischer Auslöser aktiviert, der den FI-Schutzschalter allpolig abschaltet.²⁸



Abb. 17 Fehlerstromschutzschalter²⁹

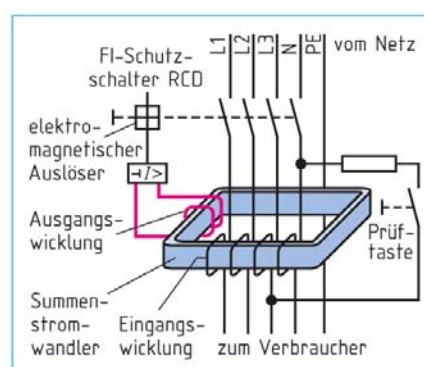


Abb. 18 Summenstromwandler³⁰

²⁷ Vgl. Bastian Peter; ...: Praxis Elektrotechnik

²⁸ Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

²⁹ Vgl. Blickle Siegfried; ...: Installations- und Heizungstechnik Fachkunde

³⁰ Vgl. Blickle Siegfried; ...: Installations- und Heizungstechnik Fachkunde

3.5.2 Leitungsschutzschalter (LS-Schalter)

Leitungsschutzschalter sind strombegrenzende Selbstschalter. Der Leitungsschutzschalter besitzt zwei Auslösesysteme, die in Reihe zum Schutzkontakt angeordnet sind. Der thermische Auslöser löst bei Überlastströmen aus, indem das Bimetall erwärmt und überbogen wird. Der magnetische Auslöser löst bei Kurzschlussströmen aus, indem die Spule ein Magnetfeld aufbaut und den Anker des Auslösers anzieht. Somit öffnet sich ohne Verzögerung der Schaltkontakt des Leitungsschutzschalters.³¹

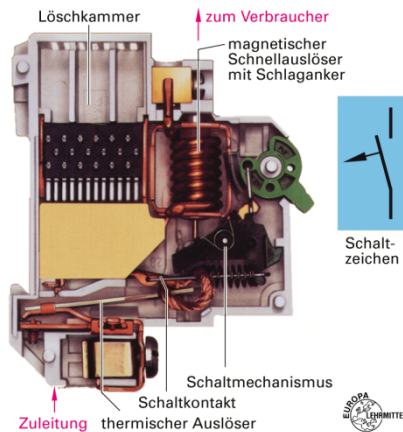


Abb. 19 Leitungsschutzschalter³²

Beide Sicherheitseinrichtungen, den Fehlerstromschutzschalter als auch den Leitungsschutzschalter, gibt es auch als Kombination in einem Gerät.

3.6 Automatisierung

Unter Automatisierung versteht man die weitestgehend selbstständige Wirkung ohne andauernde Steuerung des Menschen. Bis zu Beginn dieses Jahrhunderts funktionierte die Automation mechanisch. Die Informationen für die Steuerung wurde z.B. auf Steuerwalzen oder auf Lochbänder gespeichert. Der moderne Nachfolger dieser Medien ist die heute bekannte CD-ROM. Auf diesem Datenträger befinden sich winzige Erhebungen und Vertiefungen, auf denen die Schaltinformation gespeichert ist.³³

Relaissteuerungen findet man auch noch in der heutigen Zeit. Heute wird oft vergessen wie aufwendig Schaltungen zu realisieren waren.

Die häufigsten Hilfsmittel bei der Realisierung waren:

³¹ Vgl. Bastian Peter; ...: Praxis Elektrotechnik

³² Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

³³ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

- Voreilende Kontakte
- Nacheilende Kontakte
- Überschneidende Kontakte
- Aufrastblöcke als Zeitrelais

Oft ist auch vom Einfahren einer Maschine die Rede. Hier musste man vor der Inbetriebnahme der Maschine nach Fehlern der Verdrahtung und knapp eingestellten bzw. fehlerhaften Zeitgliedern suchen, um einen reibungslosen Ablauf der Steuerung zu gewährleisten. Konventionelle Relais und Schütze wurden in weiterer Folge von Logikmodulen und Zeitrelais abgelöst.

In den 60er und 70er Jahren kamen TTL Bausteine bei der Realisierung und Automatisierungsaufgaben zum Einsatz. Auch hier kam es, ebenso wie bei der Realisierung mit Relais, zu Laufzeitproblemen. Auch hier mussten bei komplexen Aufgaben Zeituntersuchungen durchgeführt werden.

Mit dem Aufkommen der speicherprogrammierbaren Steuerungen begann die serielle Abarbeitung mit Hilfe von Mikroprozessoren. Mit der SPS konnte man einen klaren und deterministischen Ablauf gewährleisten.

Kleinststeuerungen sollen den Anwender näher an die konventionelle Installationstechnik heranführen. Eine Kleinststeuerung kann als elektronisches Lager verstanden werden, aus dem der Programmierer seine benötigten Bauteile herausholt und auf der Arbeitsfläche positioniert. Anstelle der Verdrahtung werden die einzelnen Bauteile mittels Linien miteinander verbunden.³⁴

³⁴ Vgl. Kanngießer Ulrich: Kleinststeuerungen in Praxis und Anwendung

4 Sensorik

Sensoren werden in erster Linie zum Steuern, Regeln, Überwachen und Sichern von Maschinen und Anlagen verwendet. Die Sensoren werden benötigt um die Eigenschaften einer Maschine zu erfassen, genau so wie auch den Fertigungsprozess an sich. Mit Hilfe der Sensoren können z.B. Kräfte, Momente, Vibrationen, Wege und Geschwindigkeiten erfasst werden. Unterschieden werden die Sensoren anhand ihrer Ausgangssignale. Man kann die Sensoren in analoge, digitale und binäre Sensoren einteilen.

Sensoren haben die Aufgabe, nichtelektronische Eingangsgrößen in elektronische Ausgangsgrößen umzuwandeln. Hierfür sind mehrere Schritte erforderlich. Als erstes erfolgt die Umformung in eine elektrisch erfassbare Größe, weiters in eine elektrische Größe. Zum Schluss erfolgt noch eine Verstärkung, Linearisierung oder Sendeeinrichtung bis zum Schluss eine elektrische Größe entsteht. Zum Messen einer Kraft wird die Auslenkung, einer mit Kraft belasteten Feder, mittels Widerstandsänderung eines verstellbaren Potentiometers erfasst.

Abhängig von der Umformung nichtelektrischer Größen, werden die Sensoren in aktive und passive Sensoren unterschieden.

4.1 Aktive und passive Sensoren

Aktive Sensoren formen mechanische Energie, thermische Energie, Lichtenergie oder chemische Energie direkt in elektrische Energie um. Sie werden auch als Spannungserzeuger bezeichnet und besitzen den Umwandlungseffekt.

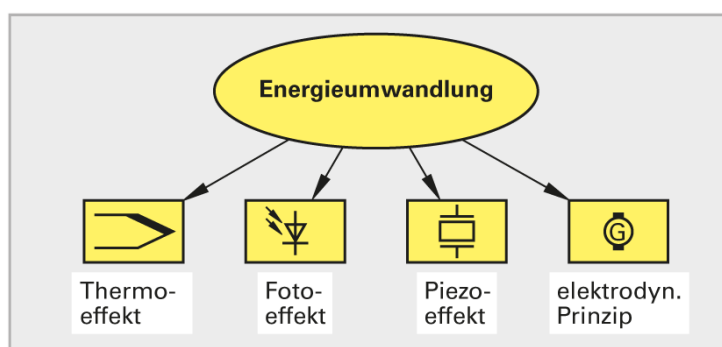


Abb. 20 Aktive Sensoren³⁵

³⁵ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

Im Gegensatz zu den aktiven Sensoren ändern passive Sensoren elektrische Eigenschaften wie z.B. Widerstand, Kapazität und Induktivität. Analoge Sensoren benötigen aus diesem Grund eine Stromquelle um ein Signal zu erzeugen.

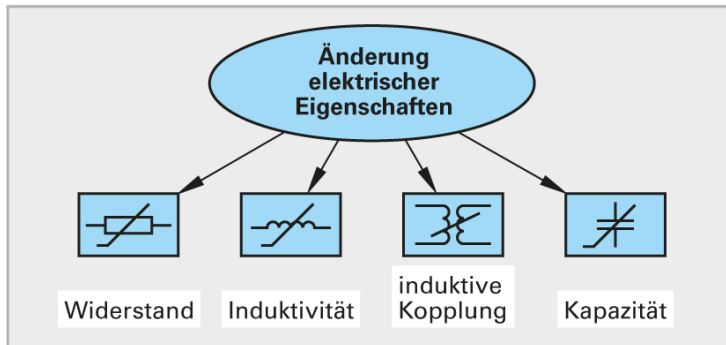


Abb. 21 Passive Sensoren³⁶

Sensoren haben die Aufgabe, elektrische und nicht elektrische Größen in Sensorsignale umzuwandeln.³⁷

4.2 Analoge, digitale und binäre Sensoren

Analoge Sensoren ermöglichen physikalische Größen wie z.B. Weg, Temperatur als analoge elektrische Größe darzustellen. Diese Größe kann z.B. eine Spannung oder eine Stromstärke sein. Ein Beispiel für den Einsatz von analogen Sensoren ist die Weg- oder Winkelmessung. Hierbei werden z.B. analoge Sensoren mit Dreh- oder Linearpotenziometer verwendet. Der Sensor B1 wird mit Gleichspannung versorgt. Das Potentiometer wird in diesem Fall als Spannungsteiler eingesetzt. Durch das Messen wird der Schleifer des Potentiometers bewegt und verändert dadurch die abgegriffene Teilspannung U_1 . Die Spannung U_2 ist proportional zur Schleiferstellung x . Somit verhält sich auch der Weg s proportional zur gemessenen Spannung.

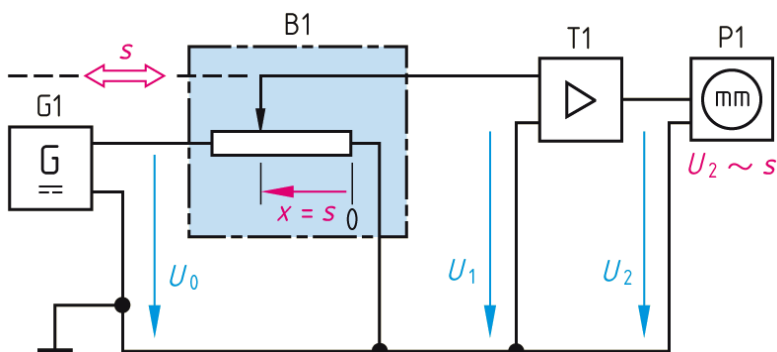


Abb. 22 Messschaltung mit Linearpotenziometer³⁸

³⁶ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

³⁷ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

³⁸ Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

Digitale Sensoren kommen zum Einsatz, wenn eine zahlenmäßige Erfassung, einer Messgröße, erforderlich ist.

Ein Beispiel für einen digitalen Sensor ist z.B. die inkrementale Weg- und Winkelmessung. Hierbei wird z.B. ein Werkzeugschlitten mit einem Schrittmotor bewegt, auf dem sich ein Strichmaßstab befindet. Dieser Strichmaßstab besitzt ein Strichmuster mit abwechselnd lichtdurchlässigen und lichtundurchlässigen Bereichen. Der Maßstab wird von einer Lichtschranke beleuchtet. Bewegt sich nun der Maßstab, wird an den lichtundurchlässigen Stellen des Maßstabs die Schranke unterbrochen. Die Schranke gibt dabei elektrische Impulse an einen Zähler weiter. Vor dem Zählvorgang muss der Zähler jedoch referenziert werden. Aus der Anzahl der Impulse kann der zurückgelegte Weg von der Steuerung errechnet werden.

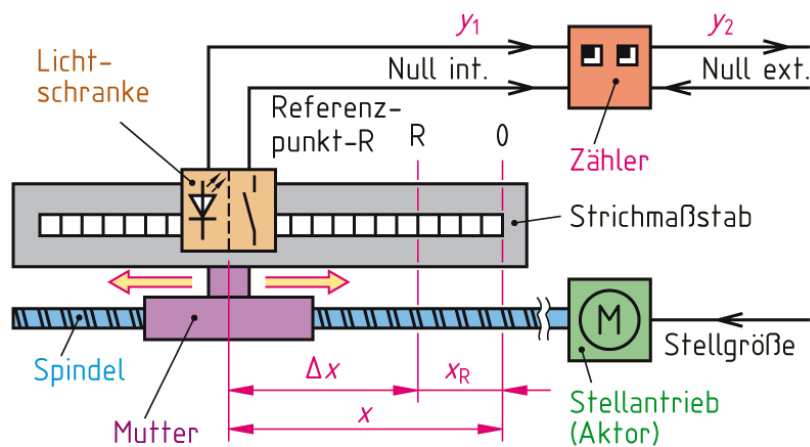


Abb. 23 Inkrementale Wegmessung³⁹

Binäre Sensoren sind z.B. Näherungsschalter. Sie liefern je nach Zustand ein binäres Signal z.B. Ein / Aus oder 1 und 0.

Näherungsschalter arbeiten ohne mechanisch bewegte Bauteile und gelten daher als verschleißfrei.⁴⁰

4.3 Analog- / Digitalwertverarbeitung

In der Fertigung gibt es eine Vielzahl an physikalischen Größen, die verarbeitet bzw. umgewandelt werden müssen, um sie anschließend z.B. in einer speicherprogrammierbaren Steuerung verwenden zu können. Digitale Werte können meist direkt an den Eingang einer SPS angeschlossen werden. Ist es jedoch erforderlich, Kräfte oder Wege als Signal

³⁹ Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

⁴⁰ Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

in eine speicherprogrammierbare Steuerung einzulesen, dann ist es erforderlich, diese Größen in elektrische Signale umzuwandeln. Sensoren können zwar die physikalischen Größen in elektrische Größen umwandeln, jedoch müssen diese Größen von der Steuerung verarbeitet werden.

Diese Aufgabe der Umwandlung erfolgt mittels Analog-Digital-Umsetzer (ADU) bzw. Analog-Digital-Converter (ADC) oder mittels Analogeingabegruppe.

Die Sensoren liefern ein elektrisches Signal in Form einer Stromstärke oder in Form einer Spannung. Für die Messdatenspeicherung, Messdatenverarbeitung oder aber auch für die Messdatenübertragung müssen die elektrischen Signale in digitale Form gebracht werden. Das heißt, es erfolgt die Umwandlung der Signale in Zahlenwerte. Diese Aufgabe erfolgt mit dem Analog-Digital-Umsetzer.

Ebenso wie die Eingangsgrößen physikalischer Signale in Zahlenwerte umgewandelt werden können, ist es auch erforderlich z.B. für die Drehzahlregelung eines Motors die errechneten Zahlenwerte, für die Ausgabe, wieder in analoge Größen umzuwandeln. Dies erfolgt mit einem Digital-Analog-Umsetzer (DAU) bzw. Digital-Analog-Converter (DAC).⁴¹

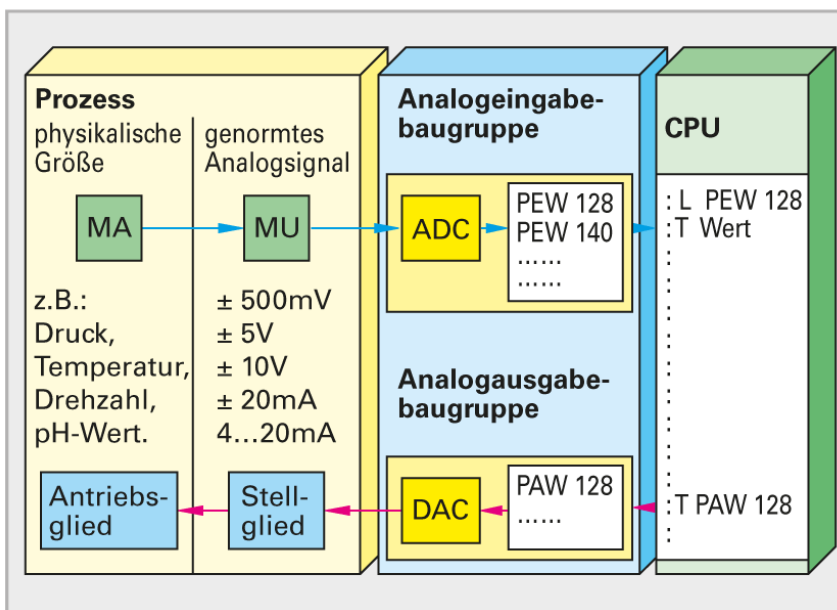


Abb. 24 Struktur Analogwertverarbeitung⁴²

4.3.1 Analog-Digital-Umsetzer

Wichtige Kriterien bei einem Analog-Digital-Umsetzer sind dessen Auflösung und seine Umsetzzeit. Die Auflösung gibt die Stufenzahl an. Das heißt, die Auflösung ist dafür verantwortlich in wie viel Teile das maximale Analogsignal unterteilt wird, ausgedrückt in der

⁴¹ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

⁴² Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

Zahl der Binärstellen (Bits). Unter der Umsetzzeit versteht man jene Zeit, die zwischen zwei aufeinanderfolgenden Umsetzungen des Analog-Digital-Umsetzers vergehen.

Die physikalischen Größen werden vom Messwertaufnehmer (MA) erfasst. Anschließend erfolgt der Prozess des Messwertumformens im Messwertumformer (MU). Dadurch werden die Eingangssignale in analoge Standardsignale umgewandelt. Das heißt, z.B. ein Druckaufnehmer liefert eine Spannung von 0-10 V bei einem Druckbereich von 0-100 bar. Der Analog-Digital-Umwandler muss nun diese Spannung in ein digitales Signal umwandeln, damit die CPU es weiter verarbeiten kann. Je nach Aufgabe gibt es Analog-Digital-Umsetzer mit unterschiedlichen Auflösungen, meist mit 10 Bit, 12 Bit oder 16 Bit. Ein Analog-Digital-Umsetzer mit einer Auflösung von 16 Bit gibt digitale Werte von z.B. 0 bis 65535 aus. Das Wandlungsergebnis wird als Peripheriewort bezeichnet.⁴³

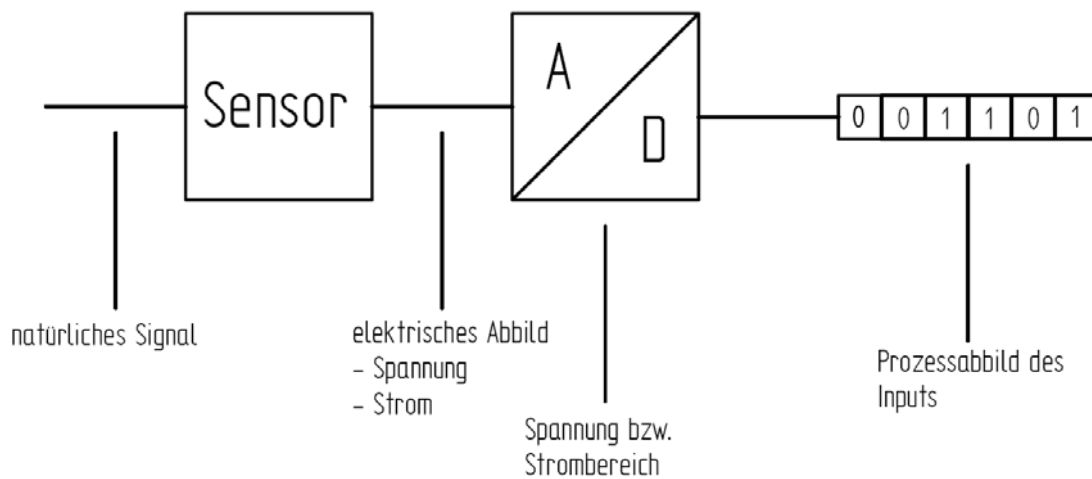


Abb. 25 Funktionsprinzip Analog-Digital-Umsetzer

⁴³ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

Beispiel Analog-Digital-Umsetzer

Bitrate: 3 bit
Eingangsspannung: 10 V

Bitrate 3 bit $\Rightarrow 2^3$ Schritte = 8

Speicherplatz:

2^2	2^1	2^0
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

\Rightarrow
 \Rightarrow
 \Rightarrow
 \Rightarrow
 \Rightarrow
 \Rightarrow
 \Rightarrow
 \Rightarrow

Schritte	Spannung
0	0
1	1,25
2	2,5
3	3,75
4	5
5	6,25
6	7,5
7	8,75

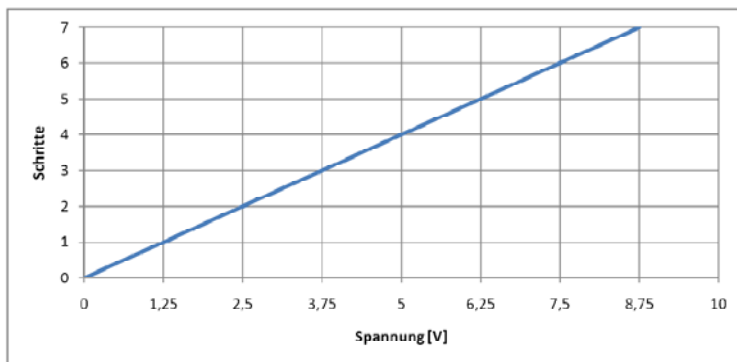


Abb. 26 Beispiel Auflösung eines Analog-Digital-Umsetzers

Maß für die Genauigkeit ist LSB (kleinste teilbare Einheit):

$$\text{LSB} = \frac{(\text{obere Grenze} - \text{unterer Grenze})}{2^n}$$

Analogwert:

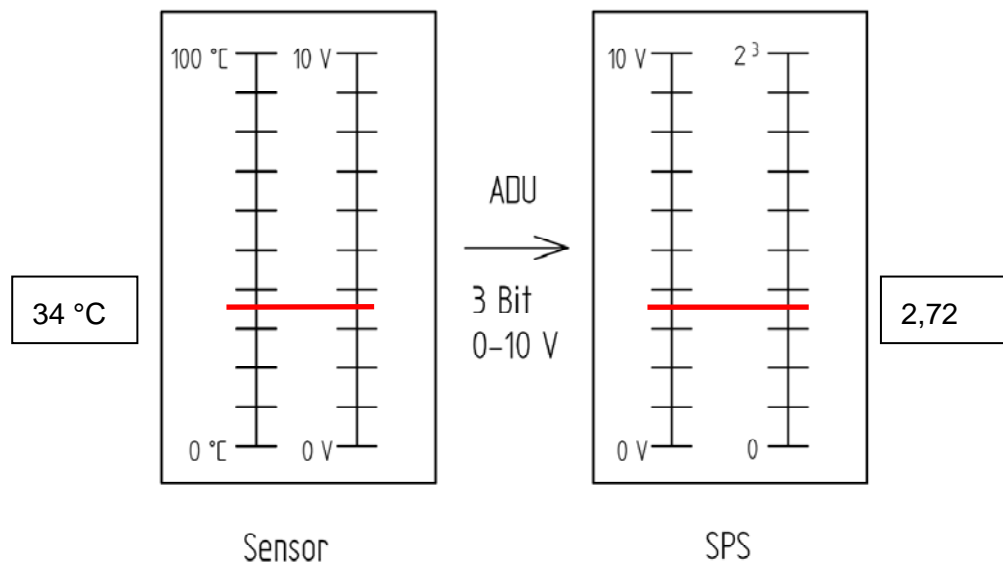
$$\text{Analogwert} = \frac{(\text{obere Grenze} - \text{unterer Grenze})}{2^n} \cdot \text{Dez} - \text{unterer Grenze}$$

Dezimalwert:

$$\text{Dez} = 2^n \cdot \frac{(\text{Analogwert} + \text{untere Grenze})}{(\text{obere Grenze} - \text{untere Grenze})}$$

Beispiel eines 3 Bit AD-Umsetzer:

Geg.: Sensorsignal 34 °C

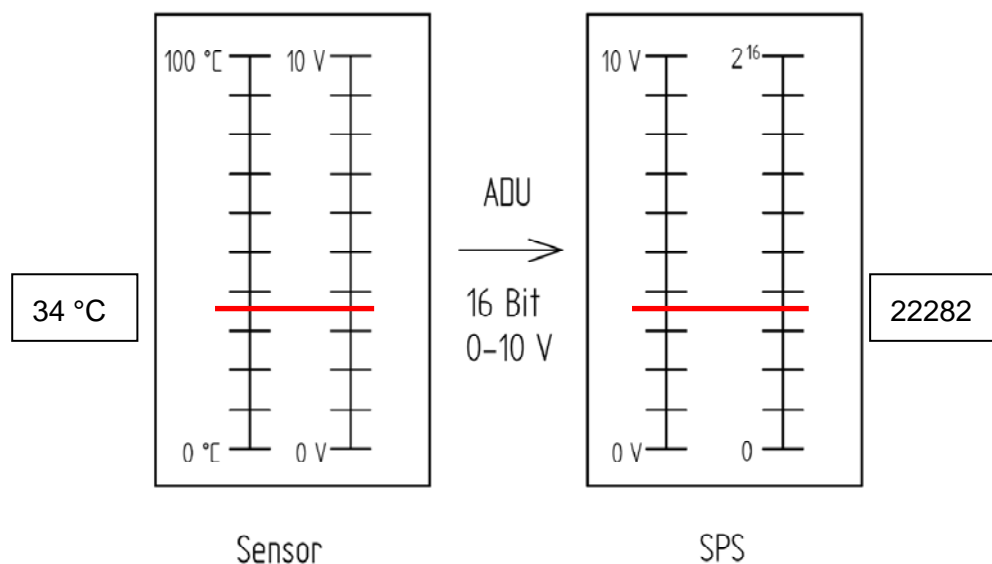


$$\text{LSB} = \frac{(10-0)}{2^3} = 1,25 \text{ V}$$

$$\text{Dez} = 2^n \cdot \frac{(\text{Analogwert} + \text{untere Grenze})}{(\text{obere Grenze} - \text{untere Grenze})}$$

$$\text{Dez} = 2^3 \cdot \frac{(34+0)}{(100-0)} = \mathbf{2,72}$$

Beispiel eines 16 Bit AD-Umsetzer:



$$\text{LSB} = \frac{(10-0)}{2^{16}} \rightarrow \text{LSB} = 0,00015 \text{ V}$$

$$\text{Dez} = 2^n \cdot \frac{(\text{Analogwert} + \text{untere Grenze})}{(\text{obere Grenze} - \text{untere Grenze})}$$

$$\text{Dez} = 2^{16} \cdot \frac{(34+0)}{(100-0)} = \mathbf{22282}$$

Ein Analog-Digital-Umsetzer mit einer Auflösung von 16 Bit erzielt ein genaueres Ergebnis, da die 10 V Eingangsspannung auf 65536 Teile aufgeteilt werden, im Gegensatz zu 8 Teilen wie im AD-Umsetzer mit 3 Bit.

4.3.2 Digital- Analog-Umsetzer

Zum Ausgeben von Sollgrößen für analoge Regelungen müssen die verschlüsselten Digitalsignale wieder in Analogsignale umgewandelt werden. Diese Aufgabe übernimmt der Digital-Analog-Umsetzer. Er wandelt das digitale Signal wieder in eine elektrische Größe um, entweder in eine Spannung oder in eine Stromstärke. Hauptbestandteil des DA-Umsetzers ist der Operationsverstärker. Dieser summiert die Teilströme, die den Wertigkeiten der Binärstellen entsprechen. Die Eingangswiderstände des Operationsverstärkers stehen im Verhältnis 1/2/4/8.

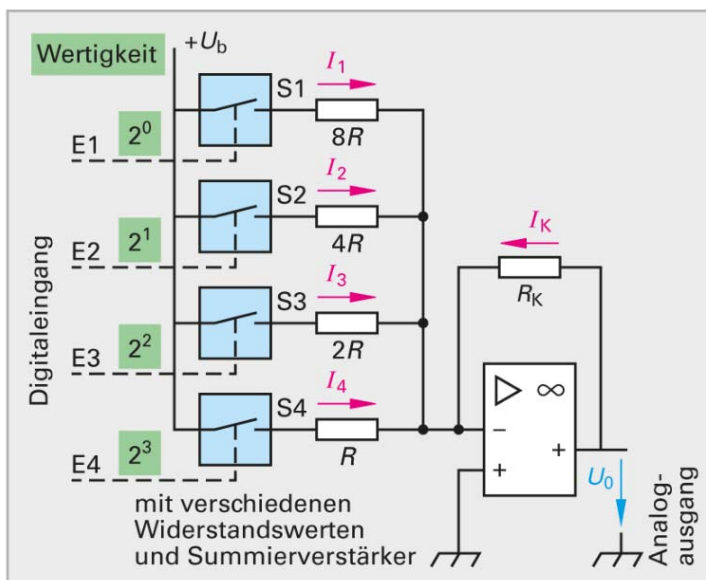


Abb. 27 DA-Umsetzer mit Teilströmen⁴⁴

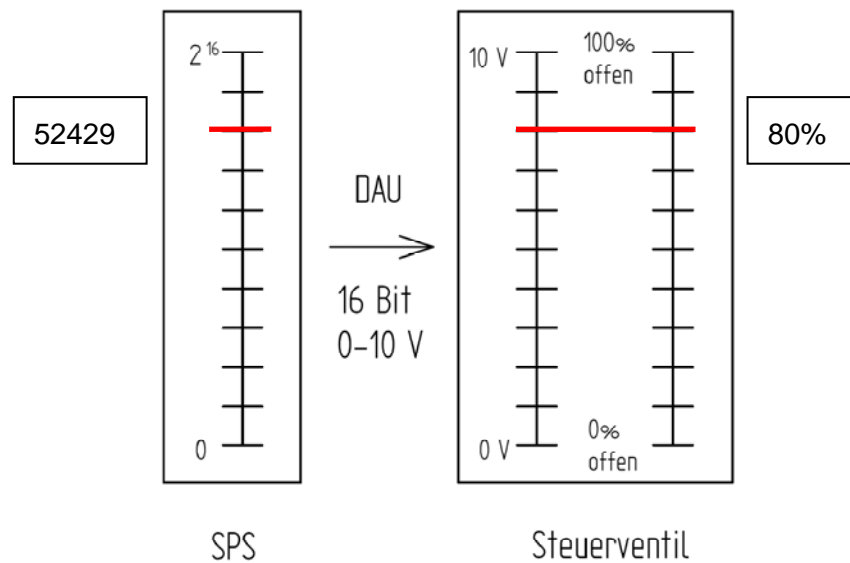
Analoge Aktoren werden über Stellglieder oder aber auch über Verstärker angesteuert. Meistens werden Spannungsbereiche von ± 10 V verwendet. Diese Spannungen werden über die Analogeinheit z.B. einer speicherprogrammierbaren Steuerung ausgegeben. Die SPS sendet z.B. eine 16 Bit Zahl an die Peripherie.⁴⁵

⁴⁴ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

⁴⁵ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

Beispiel eines 16 Bit DA-Umsetzer:

Ges.: Dezimalwert wenn das Ventil zu 80% geöffnet ist



80% geöffnet entspricht einer Spannung von 8 V

$$\text{Dez} = 2^n \cdot \frac{(\text{Analogwert} + \text{untere Grenze})}{(\text{obere Grenze} - \text{untere Grenze})}$$

$$\text{Dez} = 2^{16} \cdot \frac{(8+0)}{(10-0)} = 52429$$

4.4 Beispiele und Gegenüberstellung von Sensoren

Bei den beschriebenen Sensoren, wird speziell auf die im Ausbildungsmodell verwendeten Sensoren eingegangen.

4.4.1 Optische Sensoren

Ein optischer Sensor kann mit Hilfe eines Fotowiderstandes realisiert werden. Der Widerstand ändert je nach Lichteinfall zwischen einigen $M\Omega$ und wenigen Ω . Er liefert somit unterschiedliche Spannungen abhängig von der Lichtstärke und ist somit ein analoger Sensor.⁴⁶

⁴⁶ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

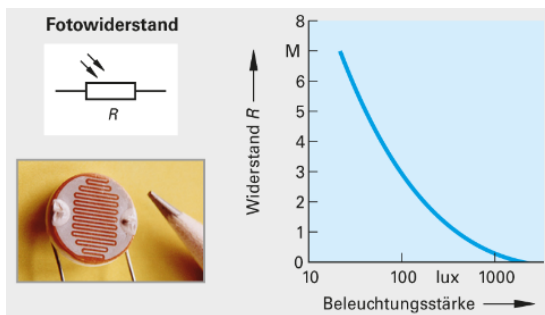


Abb. 28 Fotosensor⁴⁷

4.4.2 Geschwindigkeitssensoren

Geschwindigkeitssensoren können unter anderem mit einem Tachogenerator realisiert werden. Gleichstromtachogeneratoren werden verwendet um Winkelgeschwindigkeiten zu erfassen. Diese Generatoren liefern eine Spannung, die proportional zur Drehzahl ist.⁴⁸

Ein Gleichstromgenerator besteht aus folgenden Bauteilen:

- Ständer
- Läufer
- Stromwender

Der Ständer des Gleichstromgenerators besteht aus einem Jochring aus Stahl. Auf diesem befinden sich die Hauptpole samt Erregerwicklung. Der Läufer, auch Anker genannt, besteht aus einer Welle, auf der sich das Läuferblechpaket befindet. Das Läuferblechpaket besitzt Vertiefungen, sogenannte Nuten, in denen sich die Ankerwicklungen befinden. Weiters besitzt er einen Stromwender, auch Kollektor genannt, an dem die Ankerwicklungen angeschlossen sind.



Abb. 29 Gleichstromtachogenerator⁴⁹

⁴⁷ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

⁴⁸ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

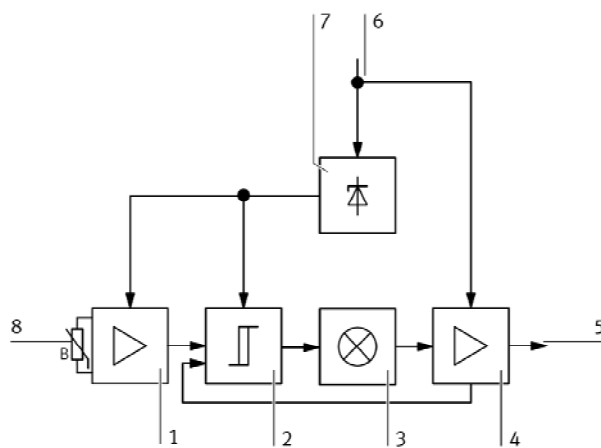
⁴⁹ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

Dreht sich der Anker mit einer Leiterschleife im Statormagnetfeld, ändert sich auch der die Leiterschleife umgebende magnetische Fluss ständig. Unter den Polen wird die größte Spannung induziert, weil hier die Feldänderung am größten ist. Befindet sich die Leiterschleife genau zwischen den beiden Polen, wird keine Spannung induziert. Bei jeder Umdrehung ändert sich auch die Durchdringungsrichtung des Feldes und somit auch die Richtung der induzierten Spannung. Diese induzierte Spannung wird über den Stromwender mittels Bürsten abgegriffen. Der Stromwender wirkt wie ein Gleichrichter und greift an den Bürsten eine pulsierende Gleichspannung ab. Dieses Pulsieren wird verringert, indem man die Anzahl der Leiterschleifen und die Anzahl der Stromwenderlamellen erhöht.⁵⁰

4.4.3 Magnetoresistiver Näherungsschalter

Näherungsschalter können auf unterschiedliche Art realisiert werden. Eine Art ist jene mit Hilfe des magnetoresistiven Effekts.

Dieser Näherungsschalter arbeitet kontaktlos. Nähert sich ein magnetischer Bauteil, erzeugt die Brückenschaltung des Näherungsschalters eine Spannung. Diese wird in der Triggerstufe ausgewertet und in ein elektrisches Signal umgewandelt. Im geschalteten Zustand wird auf ein positives Potential geschaltet. Dies wird als PNP-Ausgang bezeichnet. Der Schalter ist als Schließer ausgelegt. Zwischen dem Näherungsschalter-Ausgang und der Masse wird die Last angeschlossen⁵¹



1: Messbrückenverstärker; 2: Triggerstufe; 3: Schaltzustandsanzeige; 4: Ausgangsstufe mit Schutzbeschaltung; 5: Schaltausgang;
6: Externe Spannung; 7: Interne Konstant-Spannungsquelle; 8: Aktive Zone (externes Magnetfeld)

Abb. 30 Magnetoresistiver Näherungsschalter⁵²

⁵⁰ Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

⁵¹ Vgl. http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/566199_de_naehierungsschalter_smt0.pdf

⁵² Vgl. http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/566199_de_naehierungsschalter_smt0.pdf

5 Pneumatik

Unter Pneumatik versteht man den Einsatz von Druckluft zum Steuern und Antreiben von Zylindern und Motoren.⁵³

Diese Anwendung spielt schon lange eine wichtige Rolle bei der Verrichtung von mechanischen Arbeiten. Durch das Zusammenspielen von Sensoren, Prozessoren, Stellelementen und Aktoren ist es möglich, komplexe logische Verkettungen von Schaltbedingungen zu ermöglichen.

Der größte Vorteile einer Pneumatikanlage, ist die Verwendung der Luft als Arbeitsmedium. Luft ist immer und unbegrenzt verfügbar. Sie kann einfach in Leitungen über weite Strecken transportiert werden. Druckluft birgt nicht die Gefahr von Explosionen. Weiters kommt es bei Undichtigkeiten des Systems zu keiner Umweltverschmutzung sofern die Luft nicht geölt ist. Außerdem sind Arbeitselemente bis zum Stillstand belastbar und sind somit überlastsicher. Nachteilig schlägt die Druckluftaufbereitung zu Buche. Das heißt, man muss die Luft vor der Verwendung in der Anlage säubern, da es ansonsten zu Beschädigungen der Anlage kommen kann. Man kann auch nicht gewährleisten, dass die Kolbengeschwindigkeit immer konstant ist aufgrund von Druckschwankungen. Auch in punkto Kraft ist man limitiert. So ist es nur bis zu einem Betriebsdruck von 6 bis 7 bar wirtschaftlich eine Anlage zu betreiben. Mit diesem Betriebsdruck kann man Kräfte zwischen maximal 40 und 50 kN erzeugen.

5.1 Struktur und Signalfluss

Der Signalfluss pneumatischer Systeme schaut folgendermaßen aus:

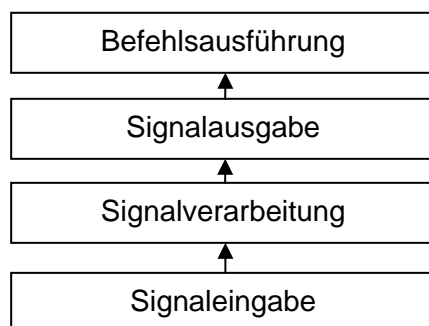


Abb. 31 Signalfluss pneumatischer Systeme⁵⁴

⁵³ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

⁵⁴ Vgl. Croser P., Ebel F.: Pneumatik

Diese Bausteine bilden den Weg für den Signalfluss, beginnend von der Signalseite (Eingang) bis hin zur Arbeitsseite (Ausgang), pneumatischer Systeme.

5.2 Elemente pneumatischer Systeme

5.2.1 Druckluftherzeugung und Verteilung

Am Beginn des pneumatischen Systems steht die Druckluftherzeugung. Das heißt, die Umgebungsluft wird mittels Verdichter komprimiert und an das Luftverteilsystem weitergeleitet. Diese verdichtete Luft muss anschließend noch aufbereitet werden, um Schäden in der Anlage zu verhindern. Nach der Verdichtung wird die Luft eventuell noch getrocknet und gekühlt und anschließend durch die Wartungseinheit geführt. Die Wartungseinheit besteht aus einem Filter, meist mit integriertem Wasserabscheider, einem Druckregelventil und einem Druckluftöler. Der Druckluftöler ist, wenn überhaupt benötigt, nur für den Leistungsbereich der Steuerung erforderlich um die bewegten Teile zu schmieren.

Die Luft, die durch die Wartungseinheit strömt, wird im Druckluftfilter von Verunreinigungen befreit und anfallendes Kondensat kann im Wasserabscheider aus der Druckluft entfernt werden. Das Druckregelventil hält den Druck in der Anlage (Sekundärdruck) auf dem gewünschten Wert, unbeeinflusst von Schwankungen des Leitungsdrucks (Primärdruck). Der anschließende Druckluftöler reichert die Druckluft mit Öl an, wenn dies für den einwandfreien Betrieb der pneumatischen Anlage erforderlich ist.

Um einen konstanten Druck in den Druckluftleitungen zu gewährleisten, wird ein Druckluftspeicher installiert. Die einzelnen Rohrleitungen des Luftverteilsystems sollten so dimensioniert werden, dass ein Druckabfall von 0,1 bar vom Druckluftspeicher bis hin zum letzten Verbraucher nicht überschritten wird.

Das Verteilsystem der Druckluft wird in der Regel als Ringleitung ausgeführt. Mit diesem System kann man gewährleisten, dass auch bei starkem Luftverbrauch die Druckluftversorgung sichergestellt wird. Ein weiterer Vorteil der Ringleitung liegt darin, bei Reparaturen oder bei nicht benötigten Abschnitten mittels Absperrventilen einzelne Teile der Versorgungsleitungen abzusperren. Die Versorgungsleitungen der Druckluft werden in Strömungsrichtung in einem Gefälle von 1 bis 2% verlegt. Somit kann an der tiefsten Stelle das Kondensat abgelassen werden. Abzweigstellen werden ausschließlich an der Oberseite der Hauptleitungen angebracht, um zu verhindern, dass Kondensat in die jeweilige Leitung gelangt.⁵⁵

⁵⁵ Vgl. Croser P., Ebel F.: Pneumatik

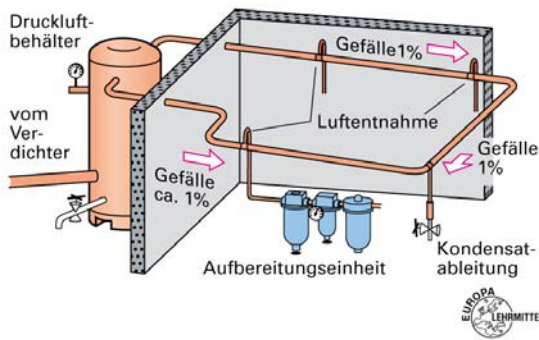


Abb. 32 Druckluftverteilung⁵⁶

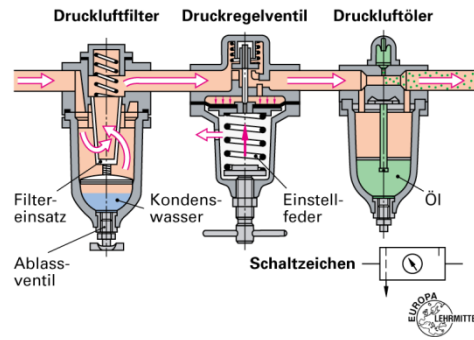


Abb. 33 Wartungseinheit⁵⁷

5.2.2 Ventile

Wegeventile steuern den Weg der Druckluft. Die Betätigung des Wegeventils kann unterschiedlich sein. Es gibt Wegeventile die manuell, mechanisch, pneumatisch oder elektrisch betätigt werden.

Die Hauptaufgaben der Wegeventile sind das Zu- bzw. Abschalten der Druckluft und das Betätigen pneumatischer Antriebe.

Wegeventile werden in zwei Gruppen unterteilt, in federrückgestellte Ventile und in Impulsventile. Federrückgestellte Ventile bleiben nur so lange in ihrer geschalteten Position, so lange die Betätigung aufrecht gehalten wird. Impulsventile wiederum benötigen nur einen kurzen Schaltimpuls und bleiben anschließend so lange in ihrer Position bis ein entgegen gerichteter Impuls die Schaltstellung ändert.

Unterschieden werden die Wegeventile weiters aufgrund ihrer Anschlüsse und Schaltstellungen. Ein 3/2-Wegeventil besitzt den Namen aufgrund seiner 3 Anschlüsse und den 2 Schaltstellungen.

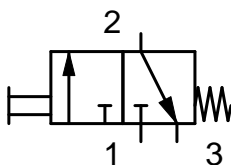


Abb. 34 Federrückgestelltes 3/2-Wegeventil mit manueller Betätigung

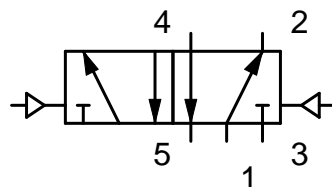


Abb. 35 5/2-Wegeventil mit pneumatischer Betätigung

⁵⁶ Vgl. Dillinger Josef; ...: Fachkunde Metall

⁵⁷ Vgl. Dillinger Josef; ...: Fachkunde Metall

Die Ventilanschlüsse sind mit Nummern gekennzeichnet. Die Nummer 1 steht für den Druckluftanschluss. Mit 2 und 3 werden die Arbeitsleitungen bezeichnet. Mit den Nummern 3 und 5 werden die Entlüftungsleitungen nummeriert.

Die zweite große Gruppe der Ventile sind die Sperr-, Strom- und Druckventile. Sperrventile dienen dazu, die Druckluft in einer Richtung komplett zu sperren. Ein Vertreter dieser Gruppe ist das Rückschlagventil. Die Verarbeitungselemente zählen auch zu der Gruppe der Sperrventile. Diese Ventile werden für die logische Verarbeitung zweier Eingangssignale und für die Weitergabe eines resultierenden Signals verwendet. Die beiden Ventilarten heißen Zweidruckventil und Wechselventil.

Das Zweidruckventil leitet nur dann ein Signal weiter, wenn an seinen beiden Eingängen ein Signal anliegt und kann somit auch als UND-Funktion bezeichnet werden. Das Wechselventil gibt ein Signal weiter, wenn mindestens an einem der beiden Eingänge ein Signal anliegt und kann somit auch als ODER-Funktion bezeichnet werden.

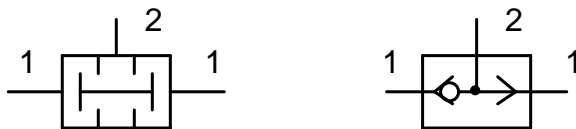


Abb. 36 Zweidruckventil und Wechselventil

Stromventile haben einen Einfluss auf den Volumenstrom der Druckluft. Ein Vertreter der Stromventile ist das Drosselventil mit dem am häufigsten die Regulierung der Geschwindigkeit von Zylindern gesteuert wird.

Zu der Gruppe der Druckventile zählen Ventile, die entweder den Druck beeinflussen oder aber jene die vom Druck gesteuert werden. Zur ersten Gruppe der Druckventile zählt unter anderem das Druckregelventil, das für die Aufrechterhaltung des konstanten Drucks verantwortlich ist. Zur zweiten Gruppe der Druckventile gehört das Druckbegrenzungsventil. Es wird aus Sicherheitsgründen verwendet und soll eine Beschädigung der Anlage durch zu hohen Druck verhindern. Wird der maximale Druck erreicht, wird der Ausgang des Ventils geschaltet und die Luft wird ins Freie geleitet.

5.2.3 Arbeitselemente

Arbeitselemente wandeln die Versorgungsenergie in Arbeit um. Arbeitselemente kann man in zwei Gruppen unterteilen. Man unterscheidet pneumatische Arbeitselemente mit geradliniger Bewegung und jene mit Drehbewegungen.

Zu den Arbeitselementen mit geradliniger Bewegung zählen die einfach und doppelt wirkenden Zylinder. Zu den Arbeitselementen mit Drehbewegung gehören die Luftmotoren, Drehzylinder und Schwenkantriebe.⁵⁸

5.3 Systeme

Ein pneumatisches System kann nur dann zufriedenstellend entwickelt werden, wenn es eine klare Problemstellung gibt. Da sich ein pneumatisches System aus mehreren Schritten zusammensetzt, ist eine ausführliche Dokumentation des pneumatischen Systems sehr wichtig. In dieser Dokumentation sollten folgende Unterlagen vorkommen:

- Schaltplan
- Funktionsdiagramm
- Bedienungsanleitung
- Datenblätter der Bauteile

5.3.1 Schaltplan

Das Ziel bei einer Schaltplanentwicklung sollte der sichere und reibungsfreie Ablauf sowie eine wartungsfreie und günstigste Lösung sein. Beim Schaltungsentwurf kommt es zu einer Auftrennung in Signaleingabe, Signalverarbeitung, Signalausgabe und Befehlsausführung. In den meisten Fällen ist diese Gliederung in der fertigen Anlage klar erkennbar. Der nachfolgende Schaltplan zeigt die Struktur der Steuerkette.

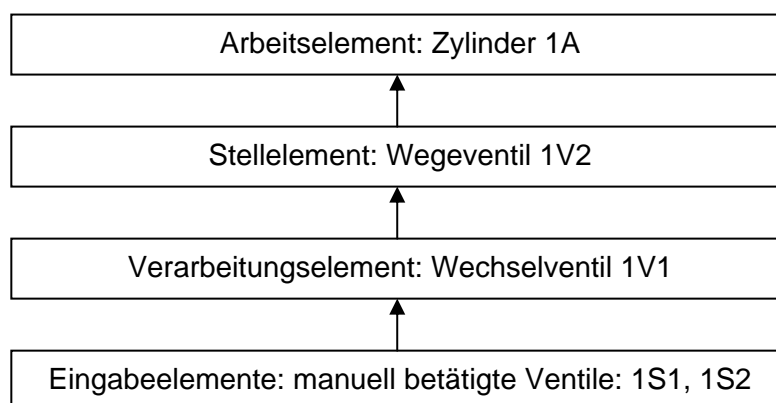


Abb. 37 Signalfluss einer pneumatischen Anlage⁵⁹

⁵⁸ Vgl. Ebel Frank; Idler Siegfried, Prede Georg, Scholz Dieter: Pneumatik Elektropneumatik Grundlagen

⁵⁹ Vgl. Croser P., Ebel F.: Pneumatik

Der Schaltplan sollte der Gliederung der Steuerkette entsprechen. Der Signalfluss erfolgt immer von unten nach oben.

Im nachfolgenden Beispiel soll der Kolben eines doppelwirkenden Zylinders bei der Betätigung eines der beiden Drucktaster ausfahren. Wenn die Kolbenstange komplett ausgefahren ist, soll sie selbsttätig wieder einfahren und somit ihre ursprüngliche Position wieder einnehmen.

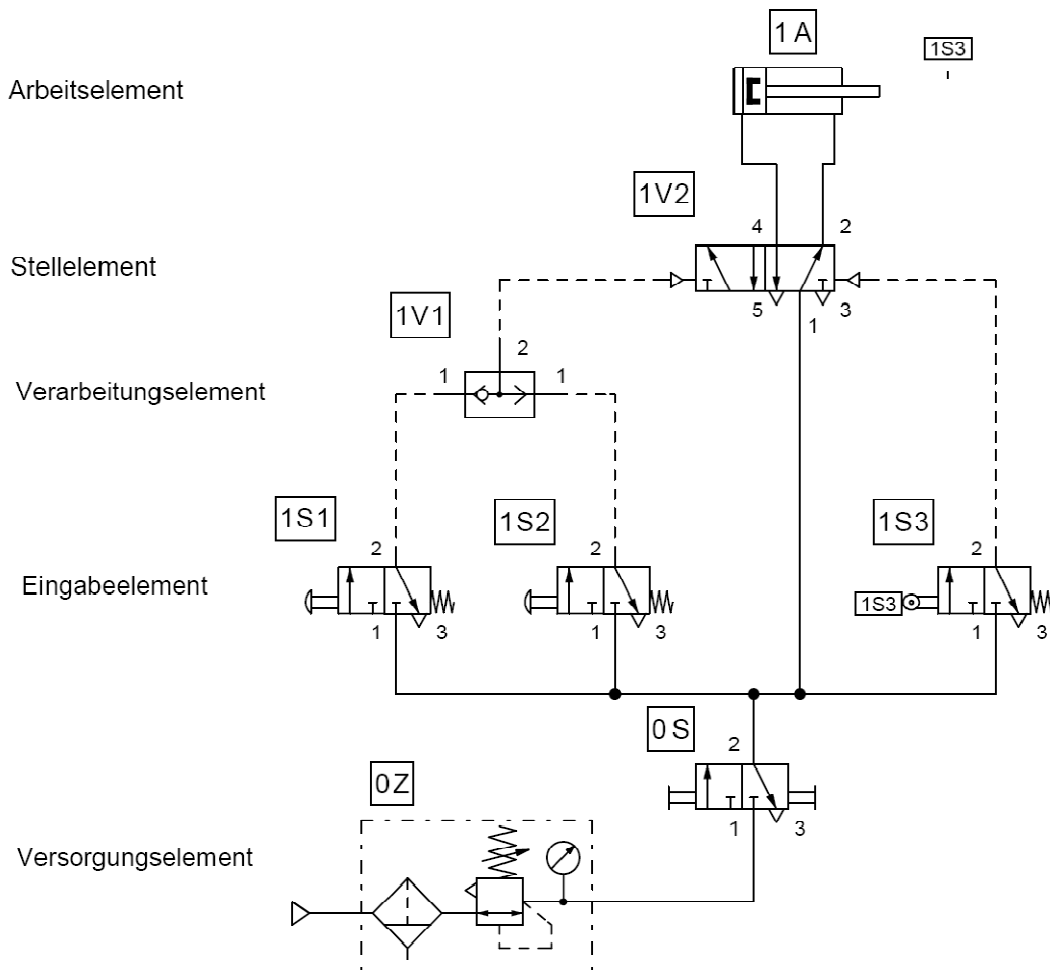


Abb. 38 Pneumatischer Schaltplan⁶⁰

Durch das kurzzeitige Betätigen eines der beiden Eingabeelemente 1S1 oder 1S2 soll über das Verarbeitungselement (Wechselventil – ODER Funktion) 1V1 das Stellelement (5/2-Wegeventil) 1V2 betätigt werden und somit der Kolben des Arbeitselements (doppelwirkender Zylinder) 1A ausfahren. Erreicht die Kolbenstange ihre Endlage (Markierung

⁶⁰ Vgl. Croser P., Ebel F.: Pneumatik

1S3) wird das Eingabeelement (3/2-Wegeventil) 1S3 betätigt. Dieses schaltet das Wegeventil 1V2 in die ursprüngliche Position und der Kolben fährt wieder ein.

Im Schaltplan sollten Signalelemente immer in ihrer Ruhelage gezeichnet werden. Sollen Ventile in ihrer Startposition betätigt dargestellt werden, so muss dies durch eine Schaltlocke gekennzeichnet werden. Arbeitsleitungen verbinden die Ventile und sind als Volllinien ausgeführt. Steuerleitungen sind als Strichlinien ausgeführt.

Elemente der Energieversorgung werden immer mit 0 gekennzeichnet. Aufsteigende Nummern 1, 2, ... bezeichnen die einzelnen Steuerketten. Pro Arbeitselement wird eine Nummer vergeben.

Die Buchstaben kennzeichnen die unterschiedlichen Bauteile. Bauteile der Energieversorgung werden mit Z gekennzeichnet. Arbeitselemente erhalten den Buchstaben A, Stellelemente werden mit V beschriftet und Eingabeelemente erhalten den Buchstaben S. Die Nummer hinter dem Buchstaben ist die Bauteilnummer.

5.3.2 Funktionsdiagramm

Ein Funktionsdiagramm besteht aus einem Weg-Schritt-Diagramm und einem Steuerdiagramm. Beide Diagramme werden in einem Bild dargestellt. Das Weg-Schritt-Diagramm ist ein Bewegungsdiagramm und bildet den schematischen Bewegungsablauf von Arbeitselementen ab. Das Steuerdiagramm bildet die Schaltzustände der Steuerelemente in Abhängigkeit der Schritte ab. Nachfolgendes Funktionsdiagramm zeigt den Ablauf des Schaltplans in Kapitel 5.3.1.⁶¹

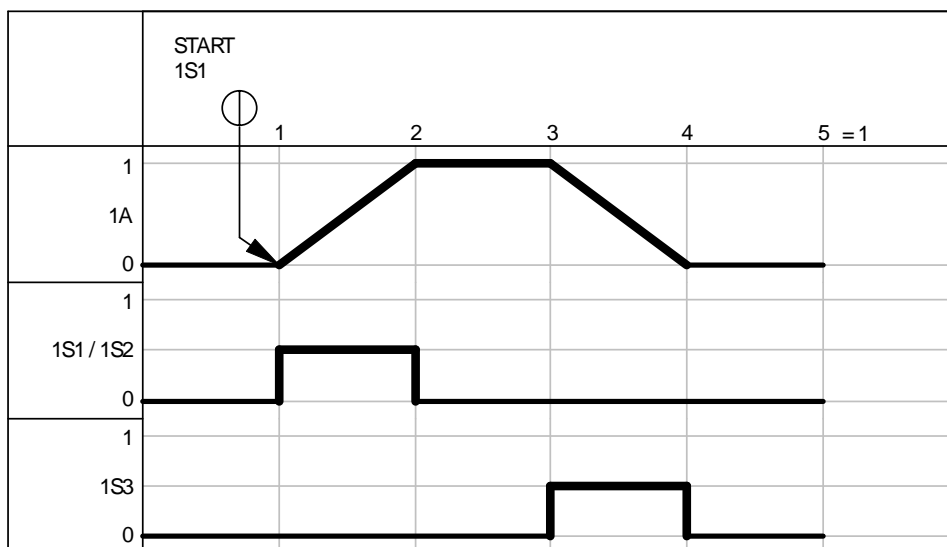


Abb. 39 Funktionsdiagramm

⁶¹ Vgl. Croser, Ebel: Pneumatik

5.4 Elektropneumatik

Bei elektropneumatischen Steuerungen kommen die Signale von elektrischen Schaltern und Sensoren. Die Arbeit verrichten die pneumatischen Arbeitselemente.⁶²

Der Steuerteil einer elektropneumatischen Steuerung wird über das Netz mit Energie versorgt. Das Netzteil besteht in der Regel aus drei Bauteilen. Das erste ist der Transformator. Dieser drosselt die Betriebsspannung von anfänglich 230 V Wechselspannung auf z.B. 24 V Wechselspannung. Ein Gleichrichter wandelt die Wechselspannung in Gleichspannung um. Der letzte Teil ist die Spannungsregelung, die die Spannung konstant auf einem bestimmten Wert hält.

Die einzelnen Verbraucher, die sich im Stromkreis befinden, müssen nun mit Strom versorgt bzw. vom Strom getrennt werden. Dies erfolgt mit Schließer- und Öffnerkontakten. Ein Schließerkontakt schließt einen Stromkreis, wenn er betätigt wird. Ein Öffnerkontakt öffnet bei Betätigung den Kontakt. Eine Kombination aus beiden Kontaktvarianten ist der Wechsler. Dieser besitzt einen Eingang und zwei Ausgänge. Je nach Betätigung wird entweder der eine Kontakt oder der andere Kontakt geschlossen. Der jeweils andere wird geöffnet.

5.4.1 Ventile

Bei herkömmlichen pneumatischen Systemen erfolgt die Betätigung der einzelnen Ventile in der Regel mechanisch oder mit Muskelkraft. Bei elektropneumatischen Systemen werden die Ventile elektrisch geschaltet. Diese Ventile werden Magnetventile genannt. Elektropneumatische Systeme verwenden elektrische Energie im Signalsteuerteil und Druckluft im Leistungsteil. Magnetventile oder elektrisch betätigte Ventile sind die Schnittstelle zwischen den beiden genannten Teilen der elektropneumatischen Anlage. Sie werden durch die Ausgangssignale des Signalsteuerteils geschaltet.

Wird das Ventil geschaltet, wird die Spule des Ventils mit Strom durchflossen. Die stromdurchflossene Spule erzeugt ein Magnetfeld. Dieses Magnetfeld übt eine nach oben gerichtete Kraft auf den Anker aus. Dieser wird entgegen der Federkraft nach oben gezogen. Somit kann nun im betätigten Zustand die Druckluft von 1 nach 2 strömen. Wird die Spule stromlos geschaltet, wird das Magnetfeld aufgehoben und die Federkraft drückt den Anker wieder nach unten und schließt somit das Ventil.

⁶² Vgl. Dillinger Josef; ...: Fachkunde Metall

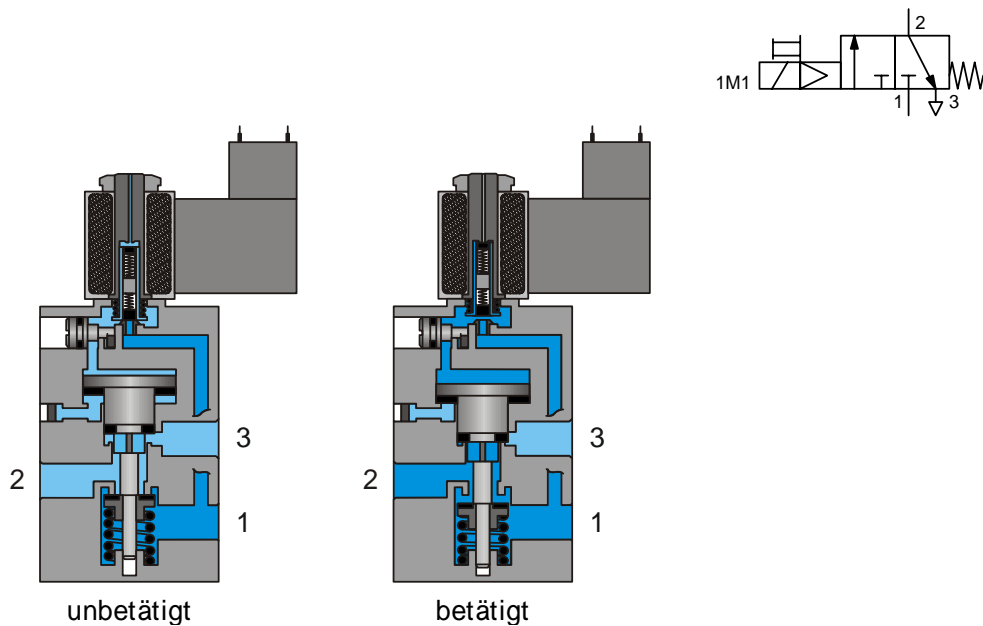


Abb. 40 3/2-Wege-Magnetventil⁶³

5.4.2 Stromlaufplan einer elektropneumatischen Steuerung

Ein Stromlaufplan zeigt die Ausführung von Systemen und Installationen. Ein Stromlaufplan beinhaltet alle graphischen Symbole der Betriebsmittel und deren Verbindungen. Die Betriebsmittel erhalten im Stromlaufplan eine genormte Bezeichnung.

Bei der zusammenhängenden Darstellung eines Stromlaufplans werden die einzelnen Geräte als zusammenhängende Symbole dargestellt. Bei der aufgelösten Darstellung wie sie auch bei elektrischen Plänen einer elektropneumatischen Anlage verwendet werden, kommt die aufgelöste Darstellung zum Einsatz. Hier können die Komponenten eines Gerätes an unterschiedlichen Stellen platziert werden. Jedoch sollten sie so platziert werden, dass Kreuzungen der Leitungen so weit wie möglich vermieden werden bzw. dass die Darstellung übersichtlich gestaltet ist.

Im Stromkreis einer elektropneumatischen Steuerung werden die Symbole fortlaufend von oben nach unten und von links nach rechts eingetragen. Um den Stromlaufplan übersichtlicher zu gestalten und damit die Lesbarkeit zu erhöhen, sollte man die Strompfade in einzelne Abschnitte einteilen. Des Weiteren ist es sinnvoll, den Steuerstromkreis vom Hauptstromkreis zu trennen.

Die einzelnen Strompfade einer elektropneumatischen Steuerung werden stets nebeneinander gezeichnet.⁶⁴

⁶³ Schulungsunterlagen Firma Festo - Electropneumatics, Basic Level

⁶⁴ Vgl. Ebel Frank; Idler Siegfried, Prede Georg, Scholz Dieter: Pneumatik Elektropneumatik Grundlagen

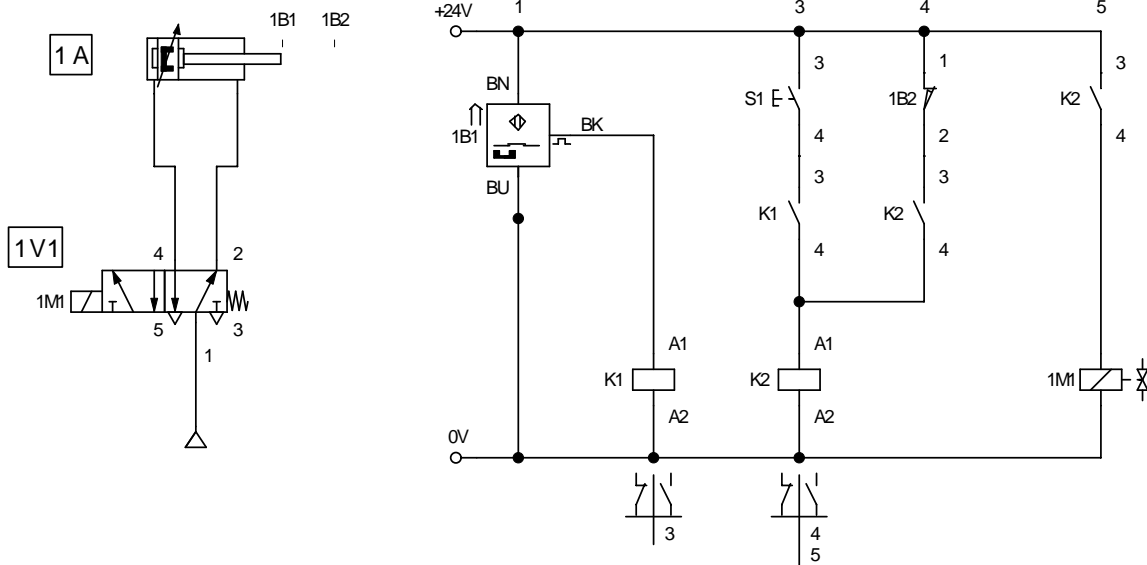


Abb. 41 Pneumatischer Schaltplan und Stromlaufplan einer pneumatischen Anlage⁶⁵

⁶⁵ Vgl. Ebel Frank; Idler Siegfried, Prede Georg, Scholz Dieter: Pneumatik Elektropneumatik Grundlagen

6 Steuerungstechnik

Eine Steuerung wird auf der einen Seite mit Eingangssignalen beliefert. Im Inneren der Steuerung erzeugen Schaltungen bzw. ein Programm Ausgangssignale. Diese Ausgangssignale werden an Aktoren, andere Schaltungen oder an ein Anzeigefeld weitergeleitet. Die innere Gesetzmäßigkeit einer Steuerung bestimmt die Ausgangssignale. Steuerungen enthalten Bausteine oder Funktionen, die die Eingangssignale und den internen Speicher entschlüsseln.

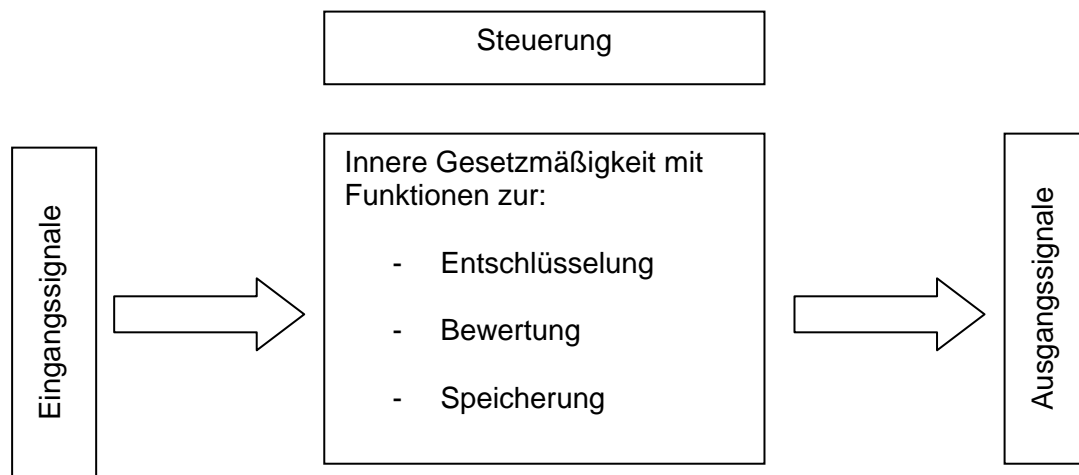


Abb. 42 Struktur einer Steuerung⁶⁶

Steuerungen kann man einteilen in:

- Analoge Steuerungen
- Binäre Steuerungen
- Digitale Steuerungen

Analoge Steuerungen besitzen einen analogen Signalumformer. Realisierbar ist so eine analoge Steuerung z.B. mit einer Kurvenscheibe, die eine Vorschubbewegung steuert. Diese Art der Steuerung findet immer weniger Verwendung, da die innere Gesetzmäßigkeit, in diesem Fall, nur durch Tausch der Kurvenscheibe vorgenommen werden kann und somit teuer und zeitaufwändig ist.

⁶⁶ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

Bei der binären Steuerung kommen Binärsignale zum Einsatz. Unter Binärsignalen versteht man zweiwertige Signale. Diese Schaltsignale haben nur zwei Zustände, nämlich EIN und AUS bzw. mathematisch ausgedrückt als 1 und 0. Diese Steuerung kann z.B. bei einem Schleiftisch zum Einsatz kommen, der ständig von einer Seite zur anderen fahren soll. Der Schleiftisch besitzt an jeder Seite einen Nocken der einen Umschalter betätigt, der wiederum den Rechts- und Linkslauf des Motors beeinflusst.

Bei der digitalen Steuerung erfolgt die Steuerung durch Zahlen. Die Verarbeitung der Zahlen erfolgt meist in Form von binären Codes mit Mikroprozessoren und Computern.

Meist kommt bei den digitalen Steuerungen der Dualcode zum Einsatz. Dieser Code hat die Basis 2. Das heißt, alle Ziffern können durch eine Folge aus 0 und 1 gebildet werden.

Bei Steuerungen für automatisch ablaufende Vorgänge unterscheidet man in verbindungsprogrammierte Steuerungen und speicherprogrammierbare Steuerungen. Bei verbindungsprogrammierten Steuerungen (VPN) wird das Programm durch die unterschiedlich angeordneten Bauelemente, wie z.B. Schütz und Zeitrelais, und deren Verdrahtung realisiert. Im Gegensatz dazu enthält die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) interne Mikroprozessoren. Auf diesen Mikroprozessoren wird ein Programm gespeichert, das die Steuersignale erzeugt. Muss eine Änderung an der Steuerung vorgenommen werden, müssen bei der verbindungsprogrammierten Steuerung die Bauteile und Verdrahtungen geändert werden. Bei der speicherprogrammierbaren Steuerung muss stattdessen nur das interne Programm geändert werden.

Die meisten Steuerungen, die in der Automatisierung vorkommen, sind somit speicherprogrammierbare Steuerungen.

6.1 Speicherprogrammierbare Steuerung

Bei den speicherprogrammierbaren Steuerungen kann man die Steuerungen in mehrere Gruppen einteilen. Für kleinere Anwendungen, wie z.B. das Ansteuern eines Pneumatikzylinders kommen kompakte SPS zum Einsatz, die die gesamte Hardware in einem Gehäuse aufnehmen. Größere Aufgaben werden mit SPS realisiert, die modular aufgebaut sind. Das heißt, mehrere Module befinden sich auf einer Bus-Schiene. Bei großen Anlagen werden dezentrale SPS-Steuerungen eingesetzt. Diese haben auf ihrer Hutschiene meist zusätzlich einen Industrie-PC.

Alle Bauformen von speicherprogrammierbaren Steuerungen besitzen ein Bussystem zum Datenaustausch. Im Programmspeicher befindet sich das Steuerungsprogramm, das zyklisch abgearbeitet wird. Vor dem Abarbeiten des Programms werden die momentanen Zustände der Eingänge eingelesen. Dieses Einlesen der Eingänge in den Speicher wird Prozessabbild der Eingänge genannt. Zugewiesene Ausgänge werden ebenfalls in einen Speicher geschrieben. Erst nach der letzten Anweisung wird das Prozessabbild an die Ausgänge gegeben. Danach erfolgt der Sprung zurück zum Programmstart. Jetzt wird das Prozessabbild der Eingänge aktualisiert und das Programm startet von Neuem. Die

Zeit, die für einen Durchgang benötigt wird, nennt man Zyklus. Durchschnittliche Zeiten für einen Zyklus betragen zwischen 0,1 μ s bis hin zu 100 ms. Der Akkumulator ist ein Zwischenspeicher, der z.B. Zähler laden kann.

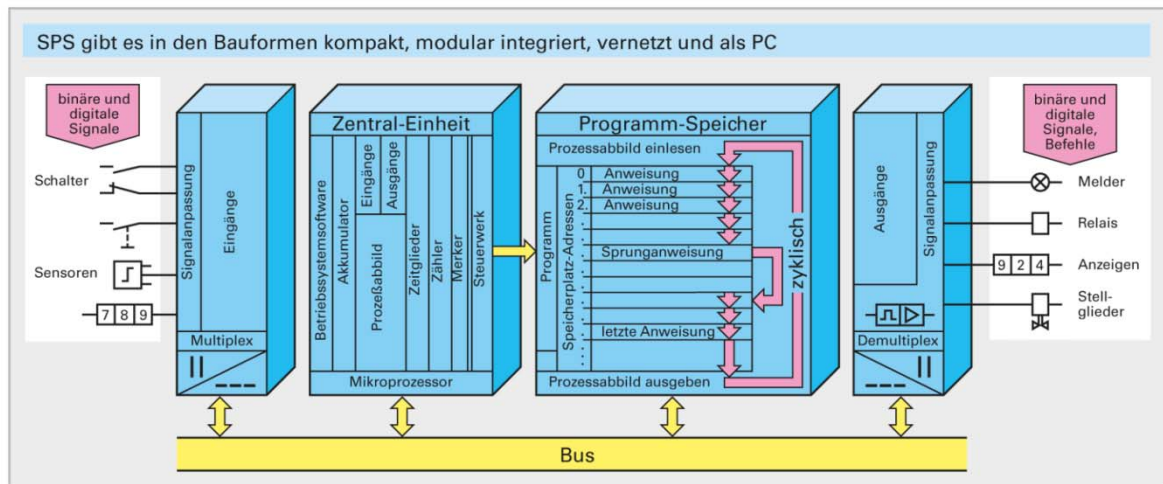


Abb. 43 Innerer Aufbau einer SPS⁶⁷

Die Eingabeeinheit besteht aus mehreren Schaltungen, die der Signalanpassung dienen. So dient ein Filter der Entstörung und eine Diode verhindert die Verpolung. Der Optokoppler dient der Potentialtrennung. Ein Schwellwertschalter wird verwendet um eindeutige binäre Signale zu erhalten.

Das Prozessabbild der Ausgänge wird von der Ausgabeeinheit an den Optokoppler geführt. Je nach Anwendung wird mit dem Signal ein Relais oder ein Transistor gesteuert.

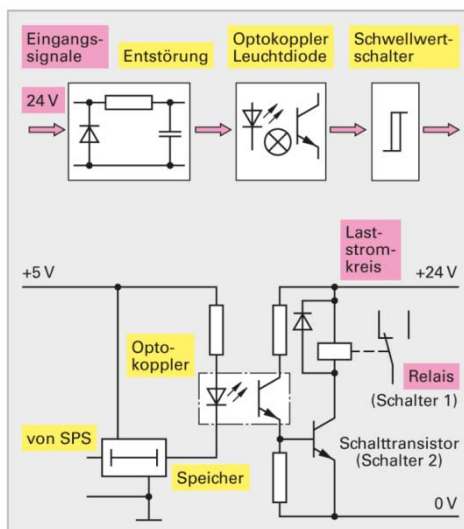


Abb. 44 Relais-Ausgang⁶⁸

⁶⁷ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

⁶⁸ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

SPS verarbeiten binäre Signale. Ist der Eingang einer SPS mit einer Spannung belegt, liegt der Zustand 1 an. Ist er nicht belegt, der Zustand 0. Eine speicherprogrammierbare Steuerung kann keine Schalterzustände der Betriebsmittel erkennen. Für eine SPS ist ein betätigter Schließer dasselbe wie ein unbetätigter Öffner, da beide Situationen das Signal 1 an die Steuerung liefern.⁶⁹

Eine Besonderheit der speicherprogrammierbaren Steuerungen stellen die Kleinststeuerungen dar. Sie eignen sich besonders für einfache Steueraufgaben.

6.1.1 Kleinststeuerungen

Zu den Typen der Kleinststeuerung zählt z.B. die Easy der Firma Möller oder die LOGO! der Firma Siemens. Kleinststeuerungen haben geringe Abmessungen und werden in einem Normgehäuse auf Profilschienen befestigt. Man unterscheidet hierbei mehrere Bautypen. Die Hersteller bieten ihre Kleinststeuerungen mit den Betriebsspannungen 12/24 V DC und 230 V AC für unterschiedliche Schaltleistungen an. Kleinststeuerungen gibt es mit digitalen und analogen Eingängen sowie mit Feldbusanschlüssen. Kleinststeuerungen sind in den meisten Fällen mit einem Tastenbedienfeld und einer LCD-Anzeige ausgestattet. Mit letzterer kann das Programm eingesehen werden. Die Programmierung kann am Tastenfeld erfolgen. In den meisten Fällen erfolgt die Programmierung jedoch nicht über das Tastenfeld, da man hier aufgrund der wenigen Tasten stark eingeschränkt ist. Die meisten Hersteller von Kleinststeuerungen bieten Programmiersoftware an, mit der man die Steuerung bequem über einen PC programmieren kann.⁷⁰

In der heutigen Zeit kommen vermehrt Kleinststeuerungen anstelle von konventionellen speicherprogrammierbaren Steuerungen zum Einsatz. Der Grund liegt oft daran, dass sich ein Unternehmen die teuren Schulungen aufwendiger SPS bzw. die Einarbeitung der Mitarbeiter nicht mehr leisten kann. Auf der anderen Seite beginnt man heute bereits in der Facharbeiterausbildung, und nicht mehr erst in den Meisterschulen, SPS-Kenntnisse zu vermitteln. Das Resultat der Firmen, diesen Anforderungen gerecht zu werden, war die Einführung der Kleinststeuerungen wie Siemens LOGO! und Möller easy.

Bei der Programmierung von Kleinststeuerungen sollte es das Ziel sein, sich von allen Problemen und Gedanken einer herkömmlichen SPS zu verabschieden. Der Programmierer sollte mit seinen Kenntnissen des Kontaktplans und Funktionsplans die gestellten Aufgaben lösen können.

Musste der Elektrofachmann früher seine Elektroinstallation mit einer Vielzahl an einzelnen Komponenten wie z.B. Zeitrelais realisieren, vereinen die Kleinststeuerungen viele Funktionen in einem Gehäuse. Der Anwender erspart sich somit viel Arbeit, da er die einzelnen Komponenten weder kaufen noch verdrahten muss, da die Kleinststeuerung alles in

⁶⁹ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

⁷⁰ Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

einem Gerät vereint. Zudem können Änderungen im System einfach durch Umprogrammierung erledigt werden. Vor der Inbetriebnahme kann das Programm einfach auf der Kleinsteuerung simuliert werden, bevor es in Betrieb geht.⁷¹

6.1.2 SIEMENS LOGO!

Die SIEMENS LOGO ist eine universell einsetzbare Kleinsteuerung. Die LOGO! besteht aus einem Basismodul, dass an die Bedürfnisse des Verbrauchers angepaßt und mit Zusatzmodulen erweitert werden kann. An der Oberseite befinden sich die Eingänge. Beim Basismodul handelt es sich hierbei um 8 Eingänge. Wobei die letzten beiden digitalen Eingänge auch als Analogeingänge genutzt werden können. Weiters befindet sich an der oberen Seite die Spannungsversorgung der Kleinsteuerung. An der Unterseite der Steuerung befinden sich die Ausgänge. Je nach Modell entweder Relaisausgänge oder Transistorausgänge. Beim Basismodell unterscheidet man Geräte mit Display und Tastenbedienfeld und solche ohne. Seitlich befindet sich die Schnittstelle für die Erweiterungsmodule. An der Vorderseite besitzt die SIEMENS LOGO! eine Schnittstelle. An dieser Schnittstelle kann ein PC angeschlossen werden, oder man kann ein Programm mittels Speicherkarte auf die LOGO! installieren.

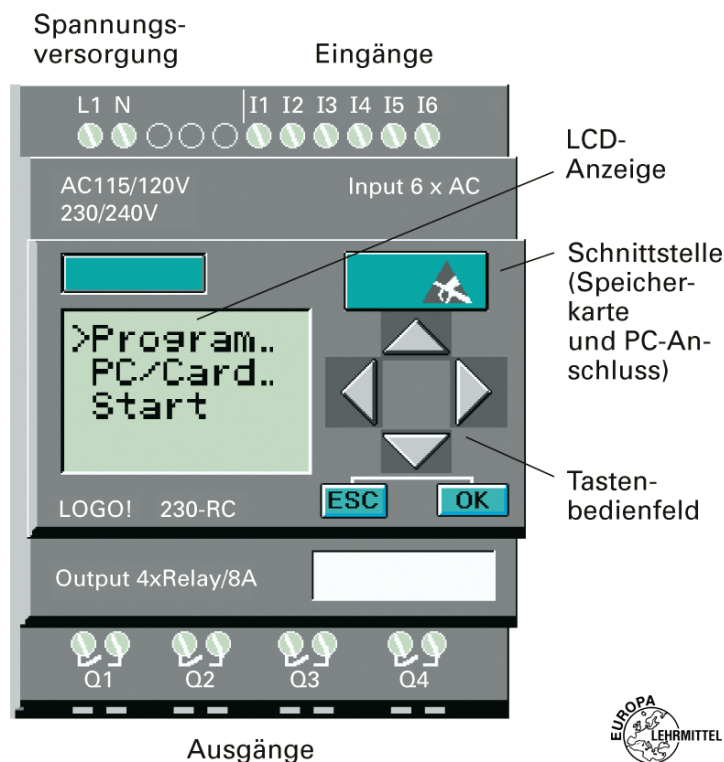


Abb. 45 SIEMENS LOGO!⁷²

⁷¹ Vgl. Kanngießler Ulrich; Kleinsteuerungen in Praxis und Anwendung

⁷² Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

Beim Basismodul hat man die Wahl zwischen Geräten mit 12-24 V DC, 24 V DC / AC oder 115-230 V DC Versorgungsspannung. Bei den Ausgängen kann man zwischen Relais und Transistorausgängen wählen.

Betriebsmittel können sowohl an die digitalen als auch an die analogen Eingänge der Kleinststeuerung angeschlossen werden. Die Geräteeingänge sind jedoch potenzialgebunden und benötigen somit das gleiche Bezugspotenzial.

Im Gegensatz zu den Eingängen sind die Ausgänge potenzialfrei. Bei den Ausgängen muss jedoch auf die Last geachtet werden. Ein Relaisausgang darf mit maximal 10 A belastet werden. Der Ausgang eines Erweiterungsmoduls darf am Relaisausgang mit maximal 5 A belastet werden. Die LOGO! Steuerung mit Relaisausgängen benötigt eine separate Einspeisung des Ausgangsstromkreises.

Wie schon anfangs erwähnt kann, das Basismodul mit Erweiterungsmodulen kombiniert werden.

Bei den Erweiterungsmodulen stehen digitale Erweiterungen, analoge Erweiterungen, EIB KNX Erweiterungen und Erweiterungen für AS-Interface zur Auswahl.

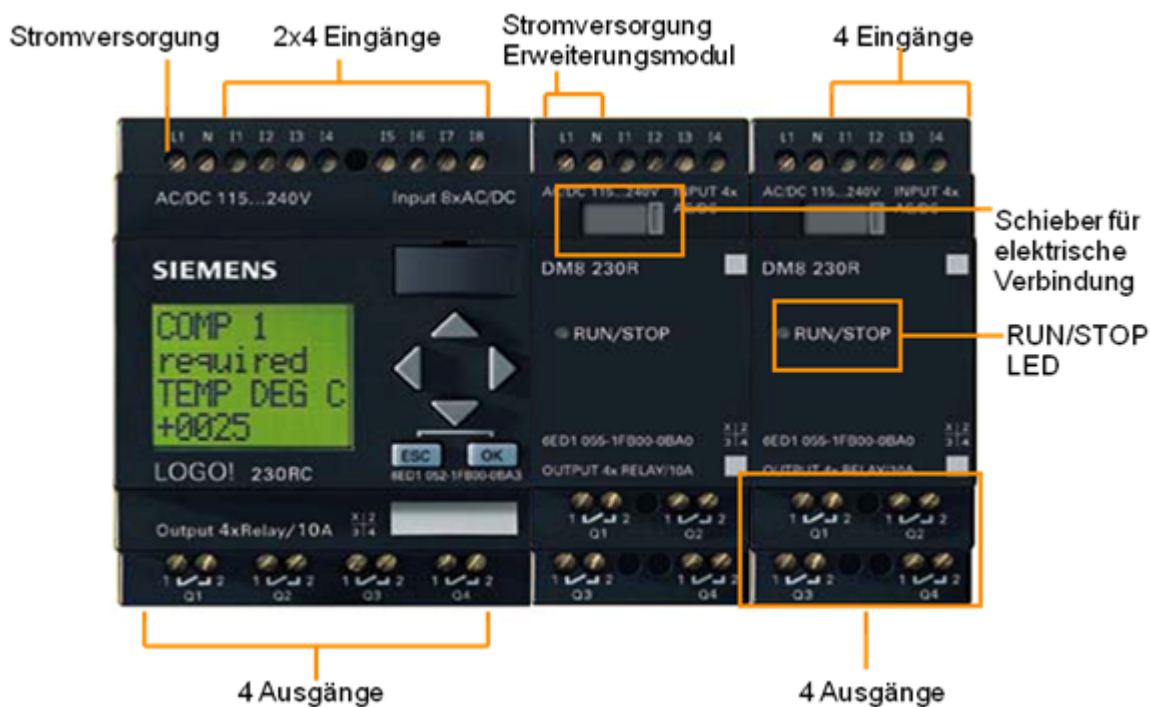


Abb. 46 SIEMENS LOGO! mit Erweiterungsmodulen⁷³

⁷³ Vgl. Tapken Herbert: LOGO!

Das Basismodul ist jedoch nur begrenzt mit Erweiterungsmodulen kombinierbar. Maximal können somit nur eine bestimmte Anzahl an Ein- und Ausgängen erzielt werden. Beim maximalen Ausbau stehen 24 digitale und 8 analoge Eingänge zur Verfügung. Bei den Ausgängen stehen maximal 16 digitale und 2 analoge Ausgänge zur Verfügung.⁷⁴

I1...I8	I9...I12	I13...I16	I17...I20	I21...I24	AI1, AI2	AI3, AI4	AI5, AI6	AI7, AI8
LOGO Basic	LOGO DM8	LOGO DM8	LOGO DM8	LOGO DM8	LOGO AM2	LOGO AM2	LOGO AM2	LOGO AM2
Q1...Q4	Q5...Q8	Q9...Q12	Q13...Q16					

Abb. 47 SIEMENS LOGO! maximaler Ausbau⁷⁵

6.2 Programmiersprachen

Das Anwenderprogramm, das sich auf der speicherprogrammierbaren Steuerung befindet, legt dessen Funktion fest. In den meisten Fällen ist auf der SPS bereits eine Betriebssystem-Software vorhanden. Der Benutzer muss anschließend die Hardware in einer bestimmten Programmiersprache programmieren. Hierbei unterscheidet man verschiedene Arten von Programmiersprachen. Die häufigsten Programmiersprachen sind die Anweisungsliste (AWL), der Funktionsplan (FUP) oder der Kontaktplan (KOP).

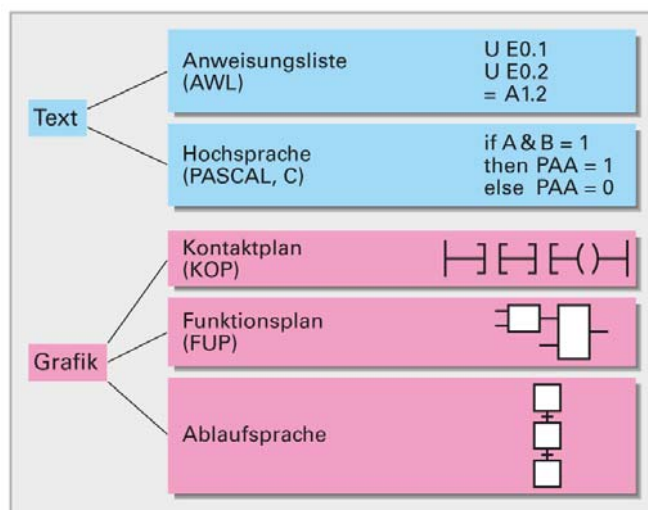


Abb. 48 Überblick über SPS-Programmierarten⁷⁶

⁷⁴ Vgl. Tapken Herbert: LOGO!

⁷⁵ Vgl. Tapken Herbert: LOGO!

⁷⁶ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

6.2.1 Anweisungsliste (AWL)

Bei der Anweisungsliste werden alle Steuerungsanweisungen listenförmig untereinander geschrieben. Diese Programmiersprache wird von nahezu allen SPS-Herstellern angeboten.⁷⁷

Das Programm, das in dieser Programmiersprache erstellt wird, wird aus einzelnen Steueranweisungen aufgebaut. Die Bezeichnung der einzelnen Operationen und Operanden kann von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich sein. Anweisungslisten beginnen mit einem Ladebefehl L oder LD oder mit einem Verknüpfungsbefehl U oder AND (UND). Hiermit wird der Zustand des ersten Operanden abgefragt. Die einzelnen Schritte, auch Operationen genannt, werden in zeitlicher Abfolge durchgeführt.⁷⁸

Jede Zeile der Anweisungsliste besteht aus einem Befehl und dem betreffenden Element. Ein Element oder auch Operand genannt, wird durch Buchstaben gekennzeichnet. E steht z.B. für einen Eingang.

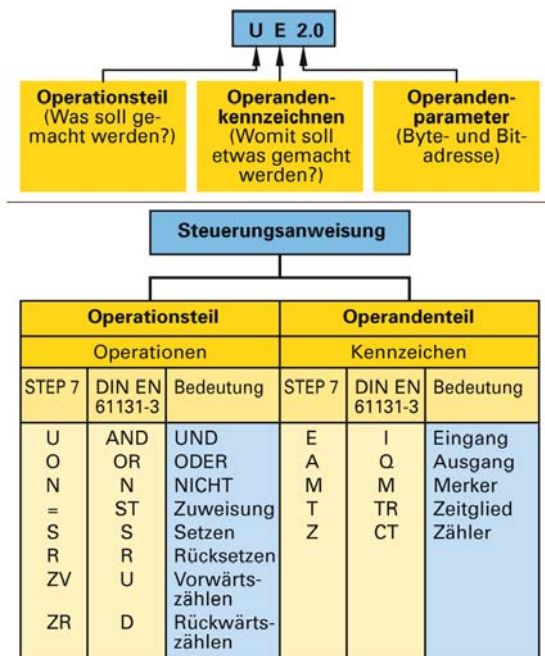


Abb. 49 Aufbau und Arten von Steuerungsanweisungen⁷⁹

0001	LD	I1
0002	ANDN	I2
0003	AND	I3
0004	OR	I4
0005	ST	Q1

Abb. 50 Programmierung mit AWL

⁷⁷ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

⁷⁸ Vgl. Dillinger Josef; ...: Fachkunde Metall

⁷⁹ Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

6.2.2 Funktionsplan (FUP)

Der Funktionsplan wird auch häufig als Logikplan bezeichnet. Er hat seinen Ursprung in den 60er und 70er Jahren. In dieser Zeit wurden sehr viele Maschinen und auch automatische Anlagen mit dieser Art der Programmierung automatisiert. Der Nachteil bei dieser Programmiersprache ist, dass bei vielen Bausteinen die Übersichtlichkeit durch unzählige Verbindungskreuzungen stark beeinträchtigt wird.⁸⁰

Bei der Programmierung mittels Funktionsplan werden die genormten grafischen Funktionssymbole für die Programmierung herangezogen. Diese Art der Programmierung hat in letzter Zeit immer mehr an Bedeutung gewonnen. Für Ablaufsteuerungen wurde diese Programmiersprache weiterentwickelt zur Ablaufsprache (AS).⁸¹

Der Funktionsplan ist bei kleinen Schaltungen übersichtlicher, da im Gegensatz zum Kontaktplan die einzelnen Verknüpfungen der Symbole durch Linien nachvollzogen werden können.⁸²

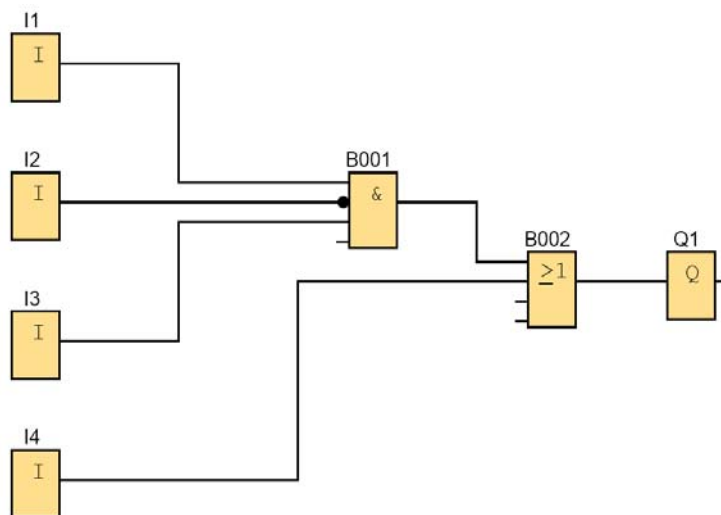


Abb. 51 Programmierung mit FUP

6.2.3 Kontaktplan (KOP)

Der Kontaktplan ist den meisten Programmierern bekannt, die sich schon einmal mit einer elektronischen Steuerung auseinandergesetzt haben. Der Kontaktplan hat den Vorteil, dass er bei komplexeren Schaltungen übersichtlicher als der Funktionsplan ist, da es kei-

⁸⁰ Vgl. Kanngießer Ulrich: Kleinststeuerungen in Praxis und Anwendung

⁸¹ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

⁸² Vgl. Bastian Peter; ...: Praxis Elektrotechnik

ne Kreuzungen der Verbindungen gibt. Der Einstieg beim Kontaktplan ist für den ungeübten Anwender oft schwierig, da es beim Kontaktplan nur Kontakte und Spulen gibt, die nicht alle unmittelbar miteinander verbunden sind. Somit kann der Signalfluss nur schwer nachvollzogen werden.⁸³

Der Kontaktplan (KOP) ist für jene Anwender geeignet, die bis jetzt mit Relais und Schütze gearbeitet haben. Der Kontaktplan ist ähnlich aufgebaut wie ein Stromlaufplan und besonders für Verknüpfungssteuerungen geeignet.⁸⁴

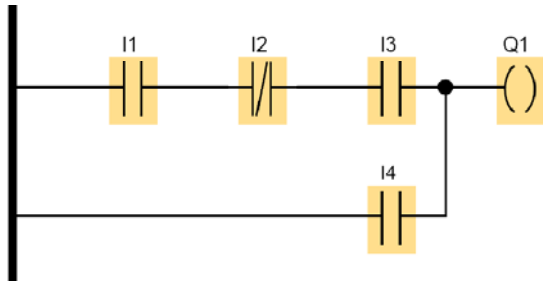


Abb. 52 Programmierung mit KOP

6.3 Programmierung

6.3.1 Ein- und Ausgänge

Vor der Programmierung müssen die Schalter, Taster und Sensoren mit den Eingängen der speicherprogrammierbaren Steuerung verbunden werden. An den Ausgängen der speicherprogrammierbaren Steuerung werden die Aktoren, wie z.B. Schütze und Leuchten, angeschlossen.

6.3.2 Öffner und Schließer

Eine speicherprogrammierbare Steuerung kann nicht erkennen, ob an ihrem Eingang ein Öffner oder Schließerkontakt angeschlossen ist. Der Eingang der SPS kennt lediglich die logischen Signale 1 oder 0. Wenn an einem Eingang ein 1-Signal anliegen soll, dann spricht man von einer Abfrage auf 1. Soll das Signal 0 am Eingang anliegen von einer Abfrage auf 0.

⁸³ Vgl. Kanngießer Ulrich: Kleinststeuerungen in Praxis und Anwendung

⁸⁴ Vgl. Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik

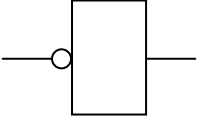
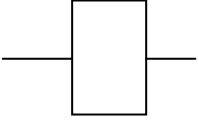
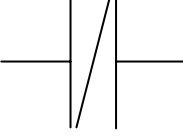
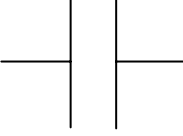
Abfrage auf	0	1
AWL	LDN ANDN ORN	LD AND OR
FUP		
KOP		

Tabelle 5 Abfrage auf 0 und 1⁸⁵

Es ist die Aufgabe des Programmierers aufgrund der Sicherheitsvorschriften festzulegen, ob an den Eingängen der Steuerung ein Öffner- oder ein Schließerkontakt angeschlossen werden soll.⁸⁶

6.3.3 Grundverknüpfungen

Zu den Grundverknüpfungen zählen die Operationen UND, ODER und NICHT.

Das Ergebnis einer UND-Verknüpfung wird dann 1, wenn alle Signale am Eingang 1 sind.

Im Gegensatz zur UND-Verknüpfung ist bei der ODER-Verknüpfung das Ergebnis bereits 1, wenn mindestens ein Eingangssignal 1 ist.

Ein NICHT negiert das Eingangssignal. Das bedeutet, wenn das Eingangssignal 1 ist, ist das Ausgangssignal 0. Ist das Eingangssignal 0, wird das Ausgangssignal 1.

⁸⁵ Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

⁸⁶ Vgl. Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik

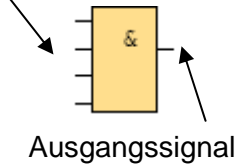


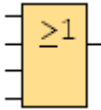
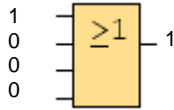
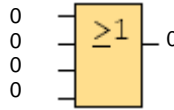
Verknüpfung	Symbol	Beispiele	
UND	<p>Eingangssignal</p>  <p>Ausgangssignal</p>		
ODER			

Tabelle 6 Grundverknüpfungen

7 Ausbildungsmodell

Ziel des Ausbildungsmodells ist es, ein Objekt zu bauen, an dem die Schüler/innen ihre theoretischen Kenntnisse praktisch anwenden können. Ein großes Augenmerk wird auf die Robustheit des Modells gelegt. Weiters sollen die Schüler/innen auf dem Ausbildungsmodell praxisnah arbeiten können. Das heißt, die Schüler/innen sollen neben der Programmierung der speicherprogrammierbaren Steuerung auch die Verdrahtung der elektrischen Betriebsmittel selbst durchführen.

Ein weiterer Punkt ist, das Objekt so weit wie möglich „gläsern“ zu gestalten. Damit ist gemeint, dass es den Schüler/innen möglich sein soll, die Verbindungen der elektrischen Betriebsmittel zum Schaltschrank nachvollziehen zu können.

Das Ausbildungsmodell wird in drei Bereiche unterteilt. Diese drei Bereiche stellen die einzelnen Stockwerke dar. Diese werden in unterschiedliche Themenbereiche eingeteilt.

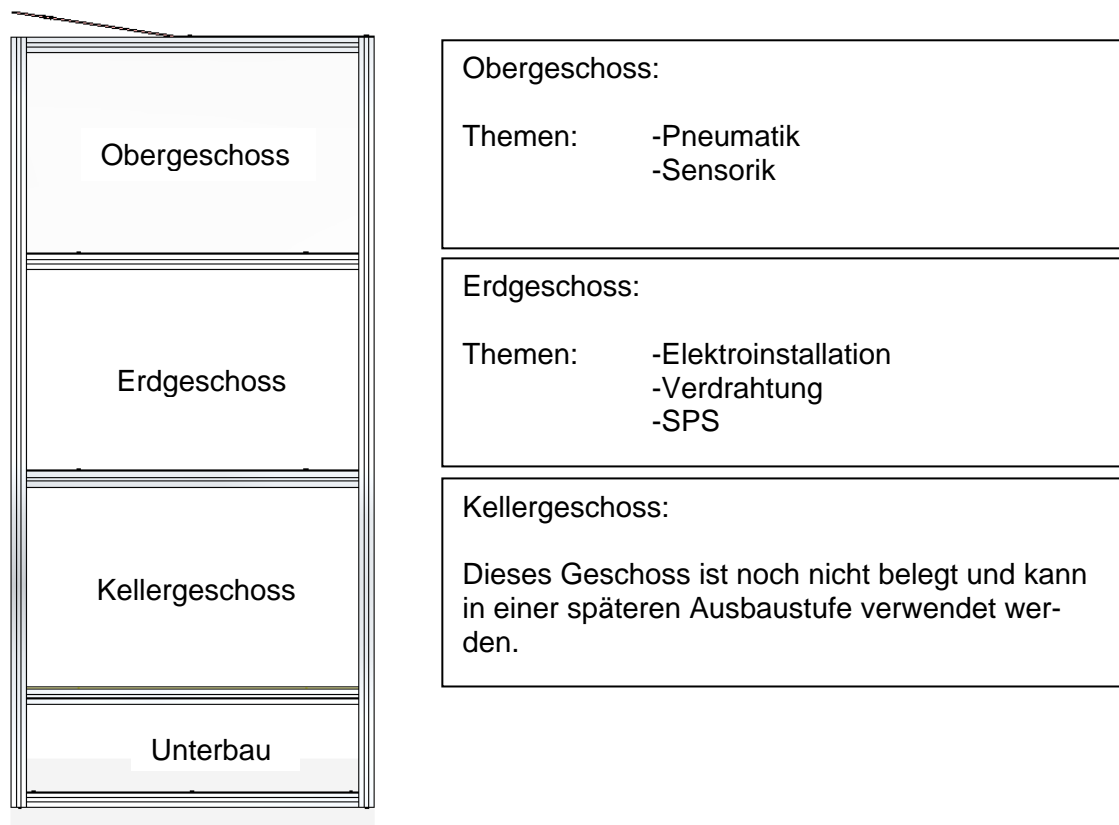


Abb. 53 Ausbildungsmodell - Geschossübersicht

7.1 Konstruktion

Die Grundkonstruktion des Ausbildungsmodells besteht aus Strebenprofilen der Firma bfm. Der Werkstoff dieser Profile ist Aluminium. Die Besonderheit dieser Profile sind die Nuten an allen vier Seiten des Profils. Diese dienen dazu, Bauteile mittels Hammermuttern darauf zu befestigen.

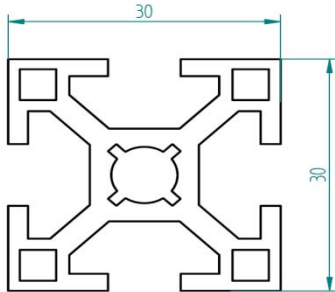


Abb. 54 Profilquerschnitt

Die Strebenprofile des Ausbildungsmodells sind mit Winkel miteinander verbunden. Mit dieser Art der Befestigung kann die Konstruktion einfach erweitert bzw. können Teile einfach demontiert werden. Ein weiterer Grund für die Verwendung dieser Profile ist dessen geringes Gewicht, da Aluminium lediglich eine Dichte von $2,71 \text{ kg/dm}^3$, im Gegensatz zu Stahl von $7,85 \text{ kg/dm}^3$, besitzt. Trotz des geringen Gewichts besitzen die Profile, aufgrund ihrer Form, eine hohe Steifigkeit.

Strebenprofil:

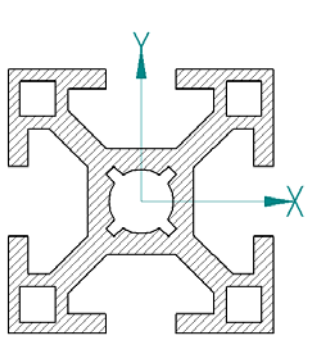


Abb. 55 Querschnitt Strebenprofil - Flächenträgheitsmoment

Flächenträgheitsmoment $I_x = I_y = 29630,05 \text{ mm}^4$

Fläche $A = 344 \text{ mm}^2$

Dichte $\rho = 2,71 \text{ kg/dm}^3$

längenbezogene Masse = $0,093 \text{ kg/dm}$

Vierkantstange

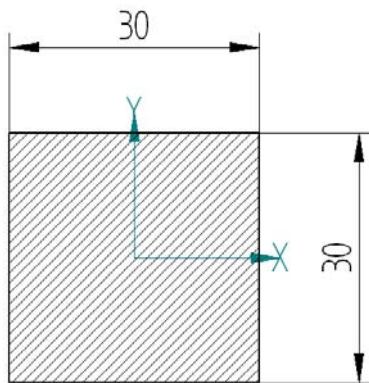


Abb. 56 Querschnitt Vierkantstange - Flächenträgheitsmoment

Flächenträgheitsmoment $I_x = I_y = h^4 / 12 = 30^4 / 12 = 67500,00 \text{ mm}^4$

Fläche $A = h \times h = 30 \times 30 = 900 \text{ mm}^2$

Dichte $\rho = 2,71 \text{ kg/dm}^3$

längenbezogene Masse = 0,244 kg/dm

Profil	Alu-Strebenprofil	Alu-Vierkantstange
Hauptabmessungen [mm]	30 x 30	30 x 30
Querschnittsfläche [mm ²]	344	900
Dichte [kg/dm ³]	2,71	2,71
spezifische Masse [kg/dm]	0,093	0,244
Flächenträgheitsmoment [mm ⁴]	29630,05	67500

Tabelle 7 Technische Daten der Profile

Aus dieser Gegenüberstellung ist ersichtlich, dass das Strebenprofil eine Querschnittsfläche von 344 mm² besitzt. Dies ist im Gegensatz zur regulären Vierkantstange nur rund ein Drittel (38%). Somit hat das Strebenprofil auch nur rund ein Drittel der Masse. Vergleicht man nun das Flächenträgheitsmoment, das einen entscheidenden Einfluss auf die Durchbiegung des Profils hat, dann liegt dieser Wert etwas unter der Hälfte (44%) des Wertes der Vierkantstange.

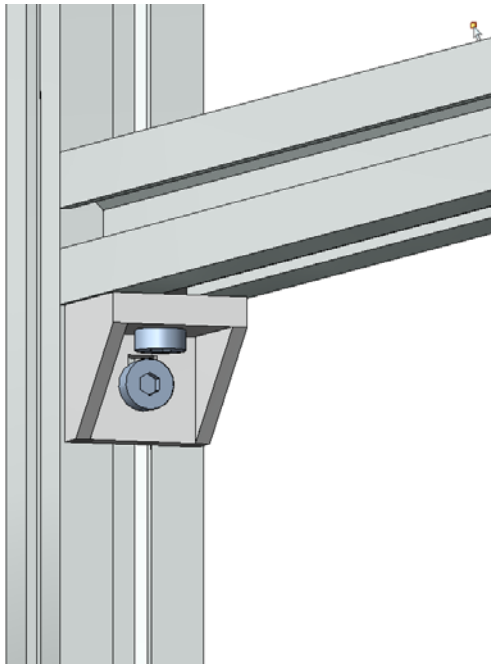


Abb. 57 Profilverschraubung mit Winkelprofil

Die nachfolgende Darstellung zeigt die Verbindungsstelle, wobei das waagrechte Profil transparent gehalten ist, um die Verbindung darzustellen. In der linken Abbildung ist die Verbindung geschlossen dargestellt. Das heißt, das obere Profil ist mit der Hammermutter am Befestigungswinkel gehalten. In der rechten Abbildung ist die Hammermutter gelöst dargestellt. Das heißt, die Verbindung ist offen und das Profil kann vom Befestigungswinkel entfernt werden.



Abb. 58 Verbindung geschlossen

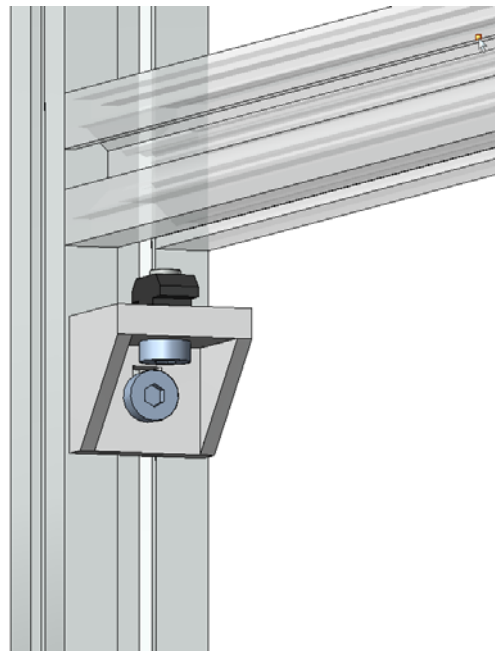


Abb. 59 Verbindung offen

Die Grundkonstruktion besteht aus den Aluminium-Formprofilen und besitzt ein Gewicht von lediglich knapp 17 kg.

Alu-Formprofil				
Länge [mm]	Stück	Gewicht/Stück [kg]	Gesamtgewicht [kg]	Summe [kg]
440	11	0,41	4,5	
640	12	0,60	7,2	
1490	4	1,39	5,6	
				17,3

Tabelle 8 Gewicht Grundkonstruktion

Auf die Aluminiumprofile werden PMMA (Polymethylmethacrylat) GS Platten, umgangssprachlich auch Plexiglas genannt, mit einer Stärke von 3 mm geschraubt. Diese Platten zeichnen sich durch ihre Robustheit und ihre hohe Widerstandsfähigkeit aus. Sie sind weiters kratzfest und transparent und haben eine Dichte von 1,19 kg/dm³. Die Platten werden mit Senkschrauben und Hammermuttern an die Aluminiumprofile geschraubt. Bei den PMMA Platten kommen unterschiedliche Farben zum Einsatz. Die Etagenböden erhielten die Farbe Umbra (beige). Die zu bewegenden Teile, wie das Dachfenster und der Sonnenschutz, erhielten die Farbe Rot.

Das Gewicht der PMMA Platten beträgt ca. 7 kg und gliedert sich wie folgt:

Bezeichnung	Stück	Abmessung [m]	Fläche [m ²]	Dicke [m]	Gewicht/Stück [kg]	Gesamtgewicht [kg]	Summe [kg]
Etagenboden	4	0,7x0,5	0,35	0,003	1,2	5,0	
Dach	1	0,5x0,385	0,19	0,003	0,7	0,7	
Dachfenster	1	0,5x0,315	0,16	0,003	0,6	0,6	
Wand OG	1	0,7x0,42	0,29	0,003	1,0	1,0	
							7,3

Tabelle 9 Gewicht PMMA GS Platten

Somit kommt die gesamte Konstruktion, ohne Einbauten, auf ein Gewicht von ca. 25 kg.

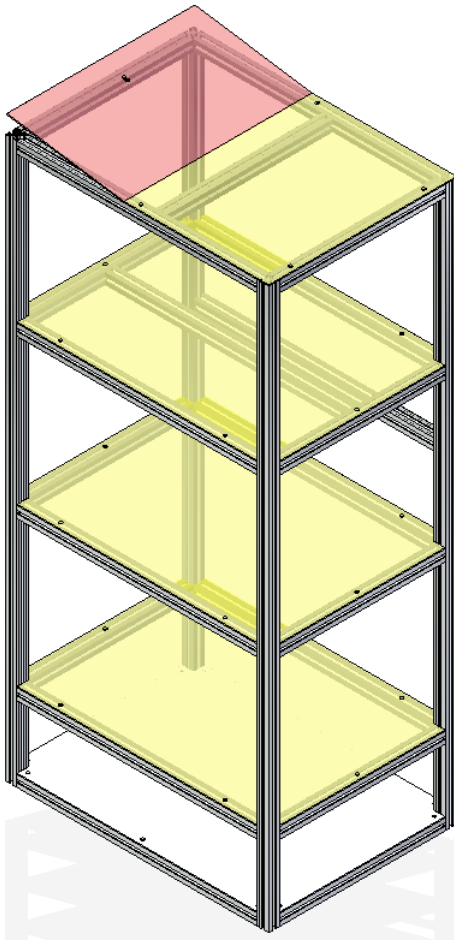


Abb. 60 Ausbildungsmodell Grundkonstruktion

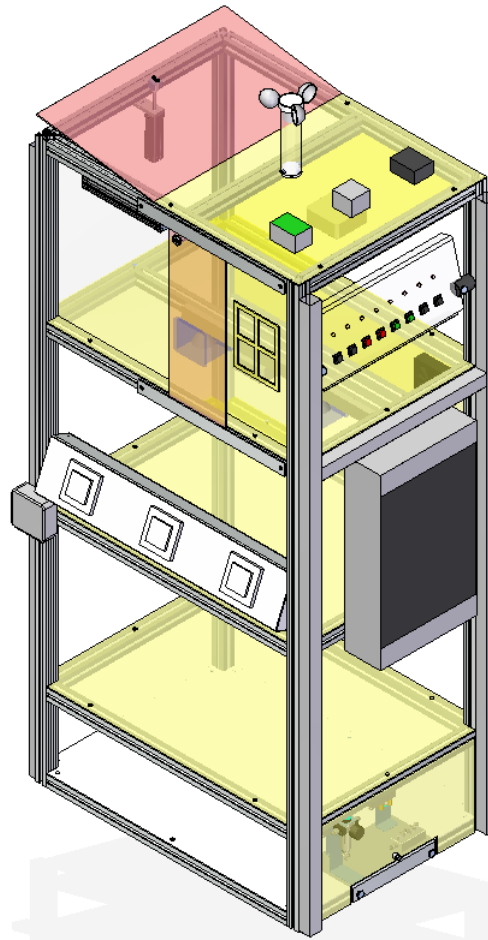


Abb. 61 Ausbildungsmodell Gesamtübersicht

Das Ausbildungsmodell steht auf Rollen, die in die stehenden Profile eingelassen sind. Somit kann das Ausbildungsmodell transportiert werden und ist nicht an einen Ort gebunden. Dies ist erforderlich, da das Ausbildungsmodell in unterschiedlichen Werkstätten zum Einsatz kommt. Die Konstruktion besteht aus drei Etagen und dem Unterbau. Jede Etage widmet sich einem eigenen Themenbereich.

Die oberste Etage wird als Obergeschoss bezeichnet. Sie enthält die Zylinder der Pneumatikeinheit. Weiters befindet sich in ihr die Bedienerkonsole 1 mit Tastern und LEDs. Auf dem Dach sind die verwendeten Sensoren platziert.

Die mittlere Etage wird als Erdgeschoss bezeichnet. In dieser Etage befinden sich zwei Leuchtmittel und drei Taster einer herkömmlichen Elektroinstallation in Gebäuden. Weiters ist in dieser Etage ein Lüftermotor verbaut. Im Erdgeschoss ist auch der Schaltschrank montiert.

Das unterste Geschoss wird als Kellergeschoss bezeichnet. Dieses Geschoss wird momentan noch nicht verwendet und ist dafür gedacht, das Ausbildungsmodell bei Bedarf zu erweitern. Unterhalb des Kellergeschosses befindet sich der Unterbau. In diesem befinden sich die Wartungseinheit der Pneumatik und die Pneumatikventile.

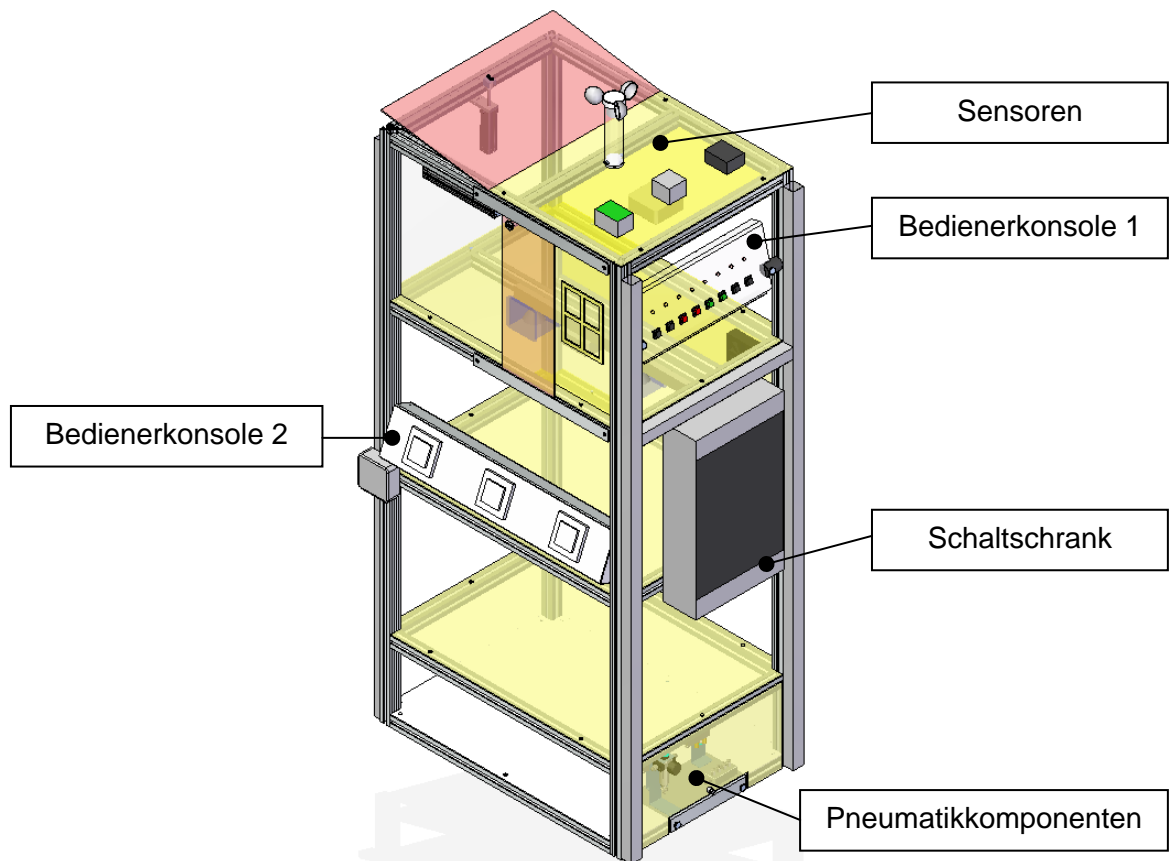


Abb. 62 Ausbildungsmodell – Ansicht von oben, mit Beschriftung

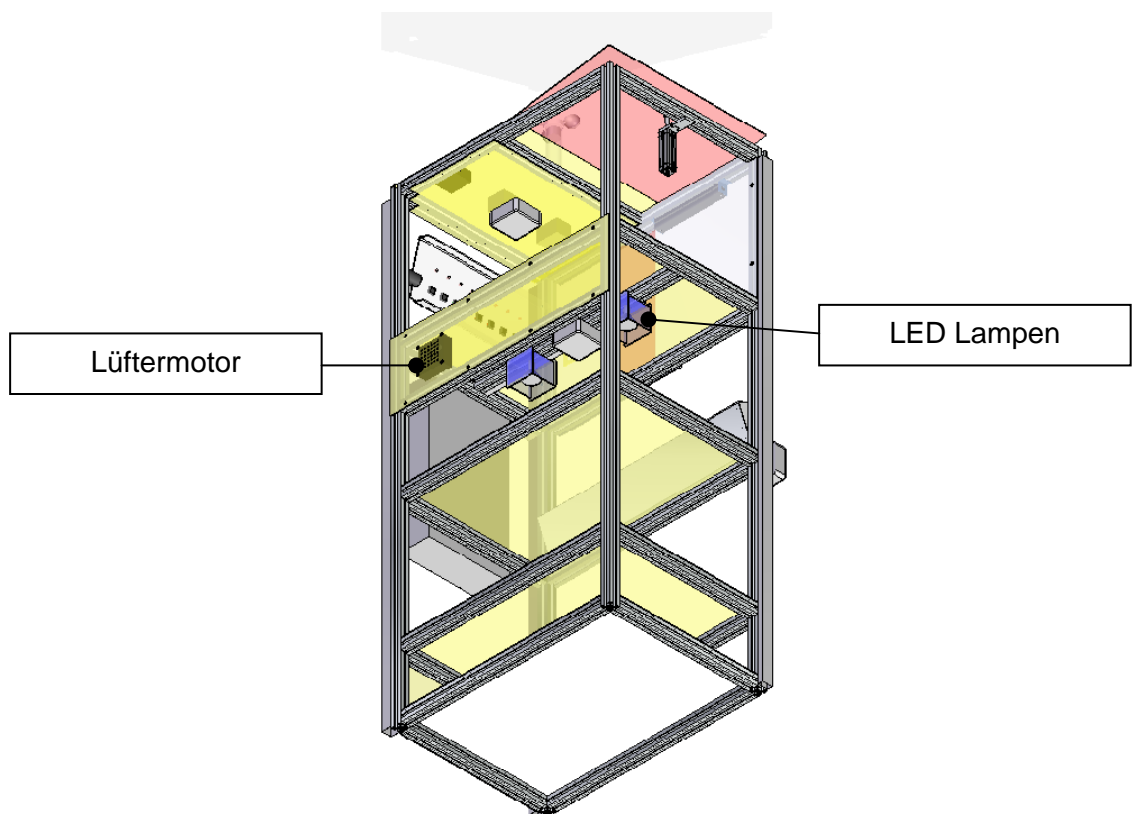


Abb. 63 Ausbildungsmodell – Ansicht von unten, mit Beschriftung

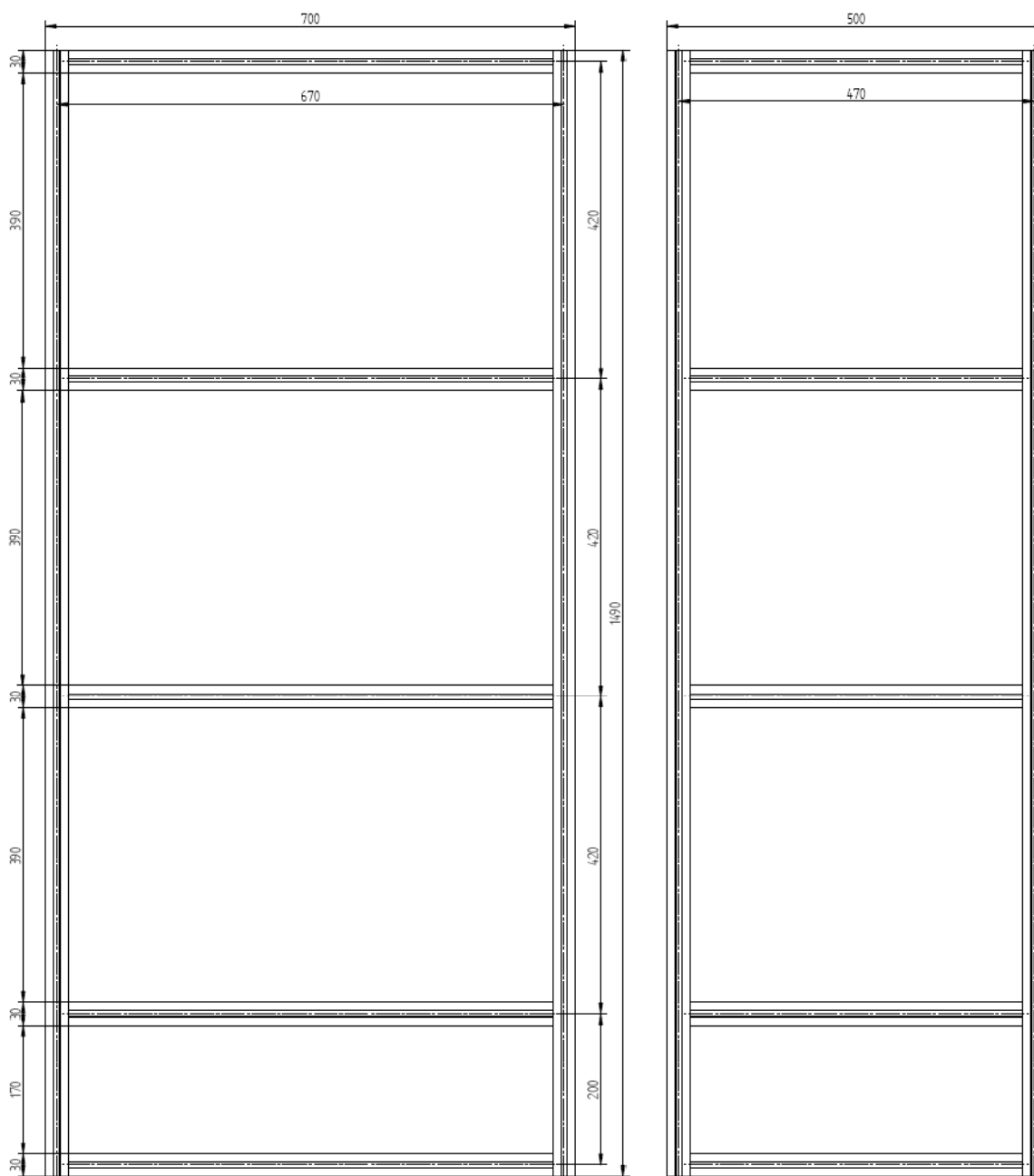


Abb. 64: Grundgerüst Ausbildungsmodell Abmessungen

7.2 Elektroinstallation

Bei der Elektroinstallation wurde darauf geachtet, so weit wie möglich eine herkömmliche Elektroinstallation in Einfamilienhäusern nachzuempfinden.

Das Ausbildungsmodell wird an eine Netzspannung von 230 V AC angeschlossen. Die Spannungsversorgung erfolgt mit einem Spiralkabel, das mittels Schuko-Stecker an eine Steckdose angeschlossen wird. Das Spiralkabel ist direkt am Schaltschrank befestigt. Der Schaltschrank enthält den FI-Schalter und einen LS-Schalter. Beide Schutzeinrichtungen sind in Serie geschaltet. Der verwendete FI-Schalter ist ein Typ PFIM-40/2/003. Der LS-Schalter ist ein Typ PLSM-B16/1N. Beide Komponenten sind von der Firma EATON. Vom LS-Schalter aus werden die beiden Netzgeräte T1 (Netzgerät 12 V DC) und das Netzgerät T2 (Netzgerät 24 V DC) versorgt. Die Netzteile formen die Netzspannung von 230 V AC in 12 V DC und 24 V DC um. Diese Spannungsänderung wird zum Schutz der Schüler durchgeführt. Das Netzgerät T1 ist ausgelegt für eine maximale Stromstärke von 0,83 A und eine Leistung von 10 W. Das Netzgerät T2 ist für eine Stromstärke von 1,3 A und eine Leistung von 30 W ausgelegt. Das Netzteil T2 versorgt die speicherprogrammierbare Steuerung SIEMENS LOGO! mit einer Kleinspannung von 24 V DC. An das Basismodul der SIEMENS LOGO! ist das Erweiterungsmodul angeschlossen, das ebenfalls mit 24 V DC versorgt wird.

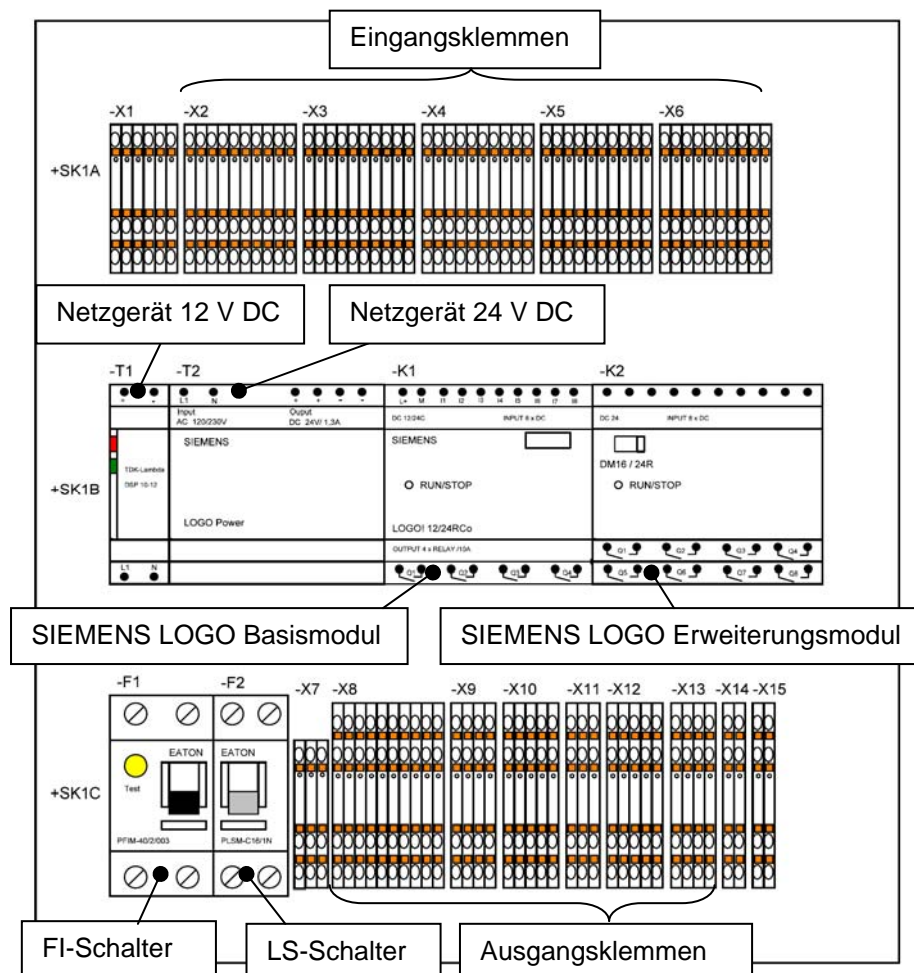


Abb. 65 Aufbau des Schaltschranks

Die Ein- und Ausgänge der Kleinststeuerung sind an Klemmenleisten geführt. Die Eingänge der Kleinststeuerung sind an die Klemmenleisten X5 und X6 geführt. Die Klemmenleiste X5 besitzt 10 Klemmen (X5.1 bis X5.10). Die Klemmenleiste X6 besitzt ebenfalls 10 Klemmen (X6.1 bis X6.10). Die jeweils erste und letzte Klemme beider Klemmenleisten sind an die Spannungsversorgung von 24 V DC angeschlossen. Die Klemmen X5.2 bis X5.9 sind mit den Eingängen des Basismoduls I1 bis I8 verbunden. Die Klemmen X6.2 bis X6.9 sind mit den Eingängen des Erweiterungsmoduls I9 bis I16 verbunden.

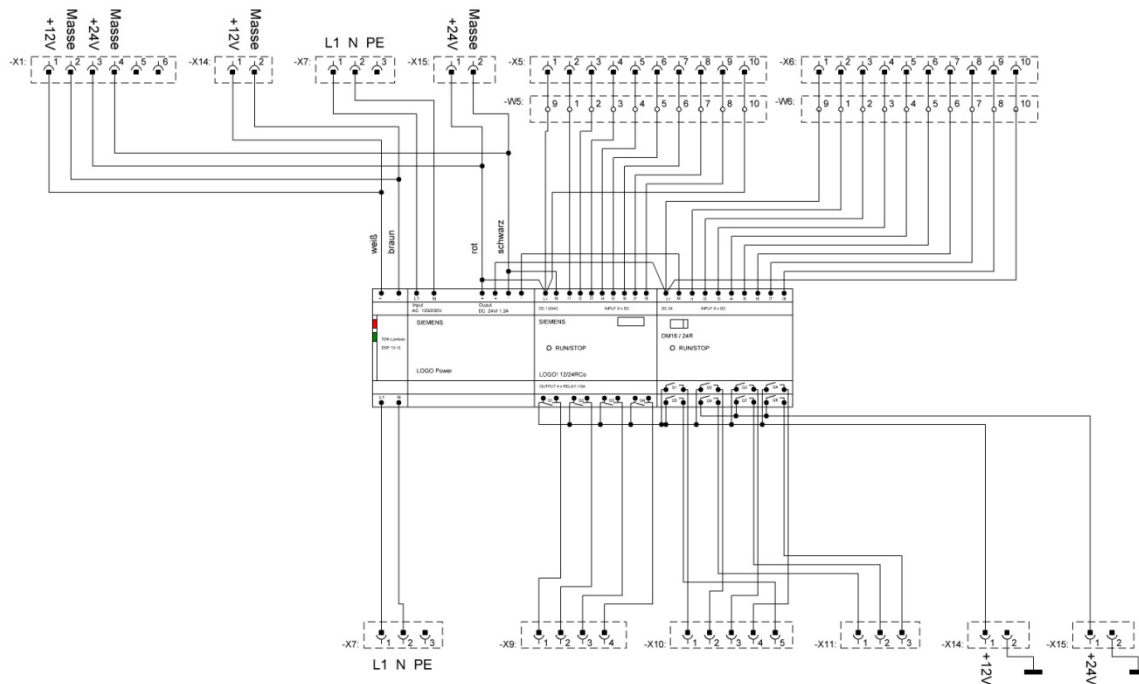


Abb. 66 Verdrahtungsplan Netzgeräte SIEMENS LOGO!

Die Betriebsmittel, die die Eingangssignale an die SPS liefern, sind an die Klemmenleisten X2 bis X4 angeschlossen, wobei die Wettersensoren an die Eingangsklemmenleiste X2, die Taster und Schalter der Bedienerkonsole 1 an die Klemmenleiste X3 und die Näherungsschalter der Pneumatik und die Taster der Bedienerkonsole 2 an die Eingangsklemmenleiste X4 angeschlossen sind.

Die Klemmenleiste X2 besitzt 10 Klemmen (X2.1 bis X2.10). Die Sensoren B1, B2 und B3 sind an die Klemmen X2.1 (Masse) und X2.2 (12 V DC) angeschlossen. An die Klemmen X2.3 und X2.4 ist das Ausgangssignal des Regensensors B1 angeschlossen. An die Klemmen X2.5 und X2.6 ist das Ausgangssignal des Helligkeitssensors B2 angeschlossen. Der Präzisions-Dämmerungsschalter B3 ist mit den Klemmen X2.7 und X2.8 verbunden. Der Windsensor B4 ist an die Klemme X2.9 und X2.10 (Masse) angeschlossen.

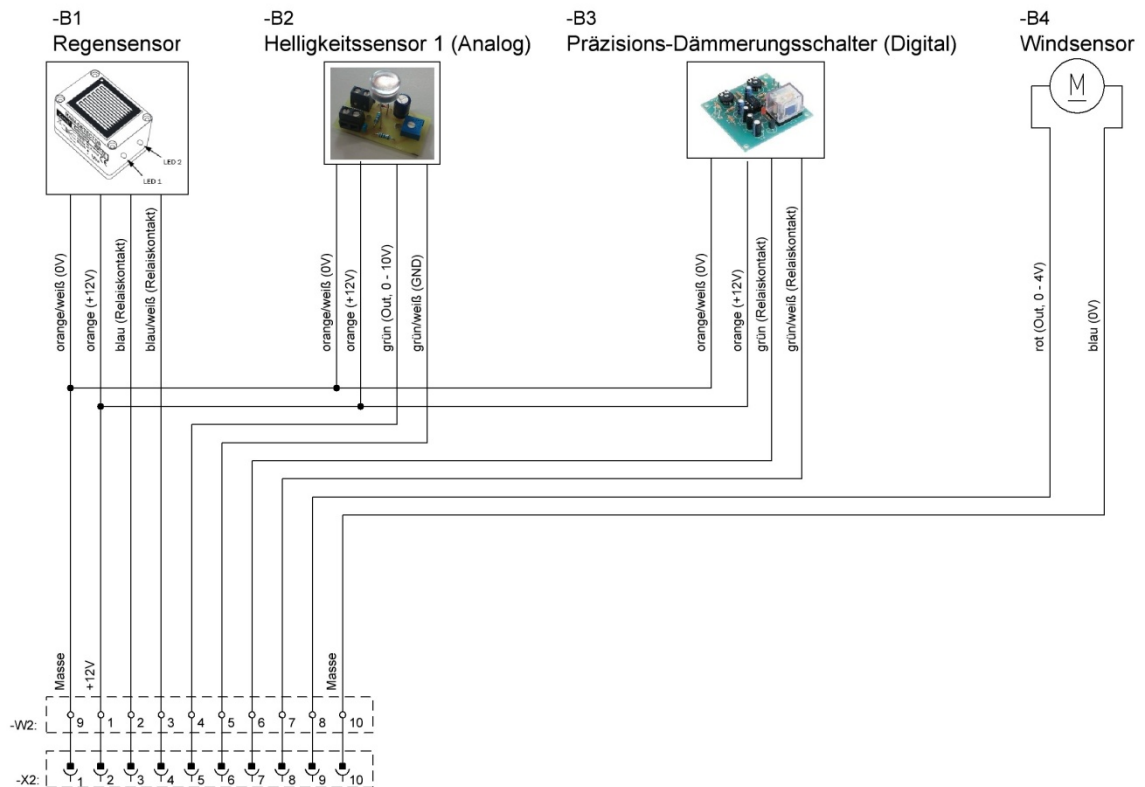


Abb. 67 Verdrahtungsplan Sensoren

Die Klemmenleiste X3 besitzt 10 Klemmen (X3.1 bis X3.10). Die Klemmen X3.1 und X3.10 sind an die Spannungsversorgung von 24 V DC angeschlossen. An die restlichen Klemmen (X3.2 bis X3.9) sind die Taster S1 bis S6 und die Schalter S7 und S8 an der Bedienerkonsole 1 angeschlossen. Diese liefern die Eingangssignale an die SPS.

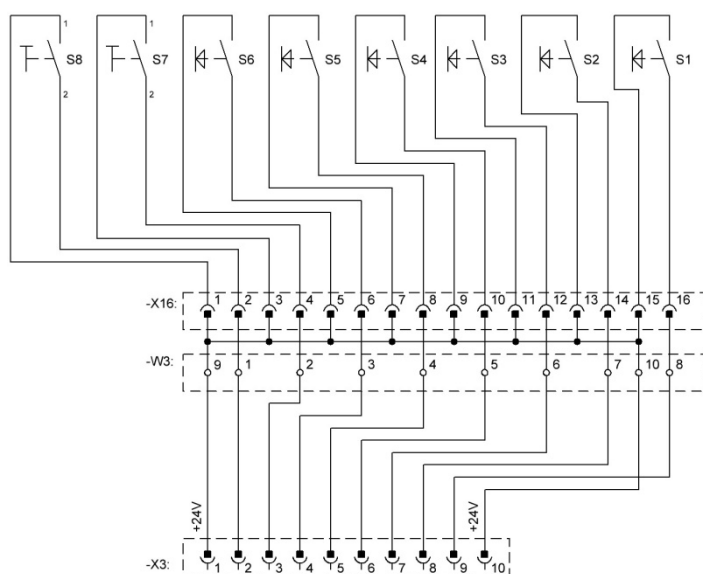


Abb. 68 Verdrahtungsplan Bedienerkonsole 1 Taster, Schalter

Die Klemmenleiste X4 besteht aus 10 Klemmen (X4.1 bis X4.10). An die Klemmen X4.1 und X4.5 ist die Versorgungsspannung von 24 V DC angeschlossen und die Klemme X4.6 an Masse. Die drei Taster S4 bis S6 sind an die Klemmen X4.2, X4.3 und X4.4 geführt.

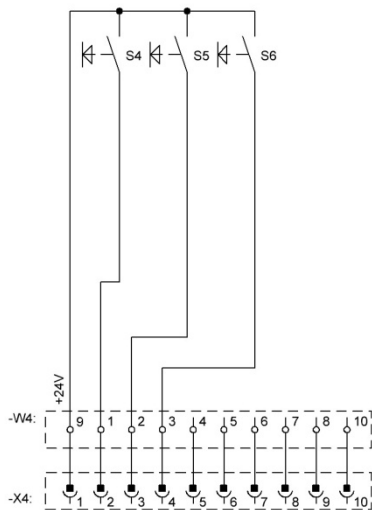


Abb. 69 Verdrahtungsplan Bedienerkonsole 2

Der Näherungsschalter 1B1 ist mit der Klemme X4.7, der Näherungsschalter 1B2 mit der Klemme X4.8, der Näherungsschalter 2B1 mit der Klemme X4.9 und der letzte Näherungsschalter 2B2 ist mit der Klemme X4.10 verbunden.

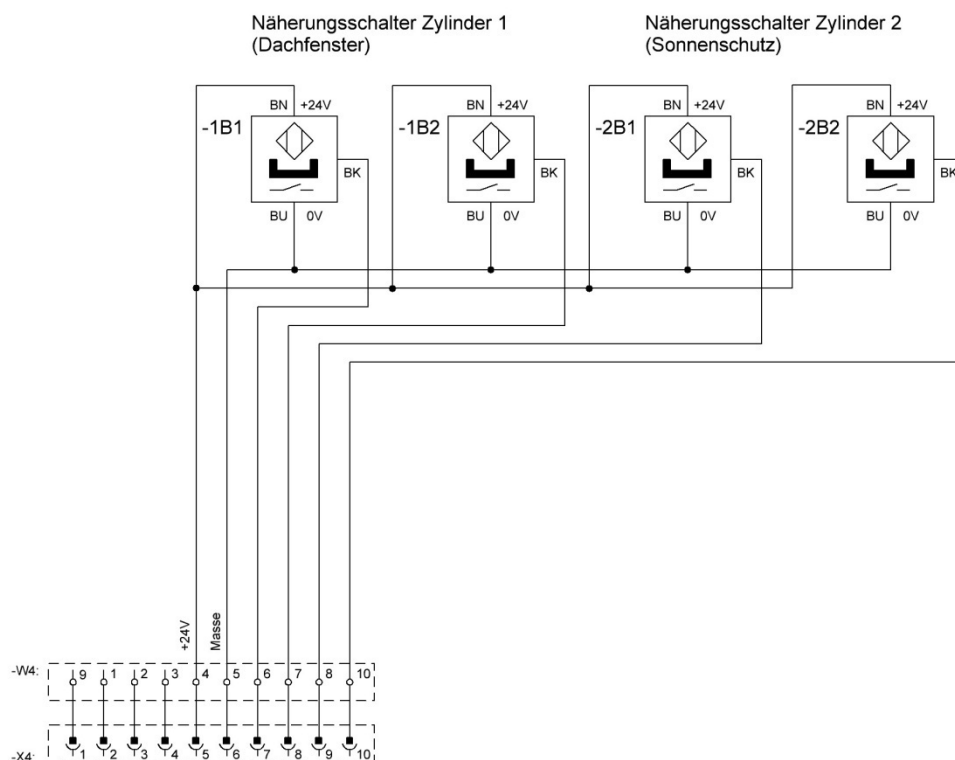


Abb. 70 Verdrahtungsplan Pneumatik Sensoren

Die Ausgänge der Kleinststeuerung sind mit den Klemmenleisten X9 bis X11 verbunden. Die Klemmenleiste X9 besitzt 4 Klemmen (X9.1 bis X9.4). Die Klemmenleiste X10 besitzt 5 Klemmen (X10.1 bis X10.5). Die Klemmenleiste X11 besitzt 3 Klemmen (X11.1 bis X11.3). Die Klemmenleiste X11 wird mit einer Spannung von 24 V DC versorgt und ist für die Magnetventile (1M1, 2M1, 2M2) der Pneumatik gedacht. Die Klemmenleisten X9 und X10 werden mit einer Spannung von 12 V DC versorgt und sind für alle anderen Ausgänge zu verwenden.

An die Ausgangsklemmenleiste X8 sind die LEDs der Bedienerkonsole 1 angeschlossen. Sie besitzt 10 Klemmen (X8.1 bis X8.10). An die Klemmen X8.1 und X8.10 wird die Masse angeschlossen. An die restlichen Klemmen X8.2 bis X8.9 sind die LED Kontrollleuchten angeschlossen, sie müssen mit 12 V DC versorgt werden.

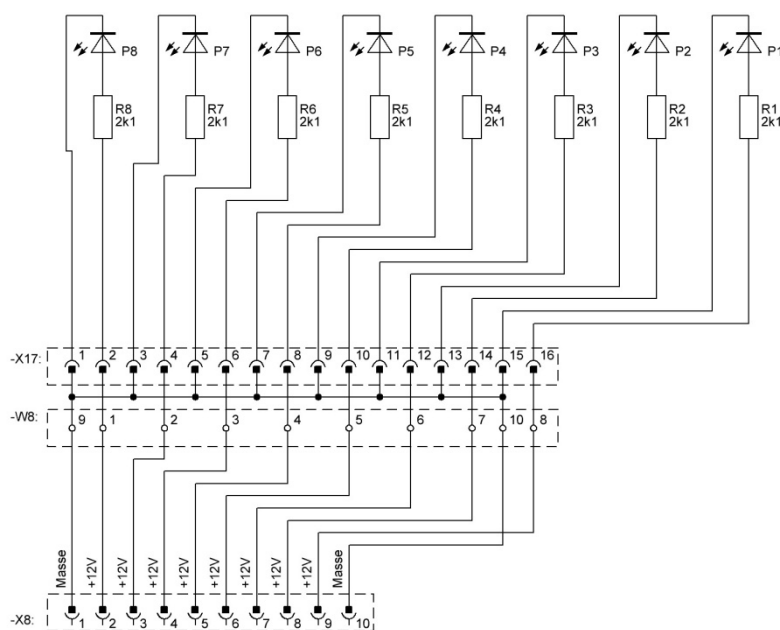


Abb. 71 Verdrahtungsplan Bedienerkonsole 1 LEDs

An der Klemmenleiste X12 sind der Lüfter und die LED-Leuchten, die sich im Erdgeschoss befinden, angeschlossen. Sie besitzt 5 Klemmen (X12.1 bis X12.5). An die Klemmen X12.1 und X12.3 ist die Masse angeschlossen. An der Klemme X12.2 befindet sich der Lüftermotor M1. An der Klemme X12.4 die LED-Lampe E1 und auf X12.5 befindet sich die LED-Lampe E2, sie müssen an 12 V DC angeschlossen werden.

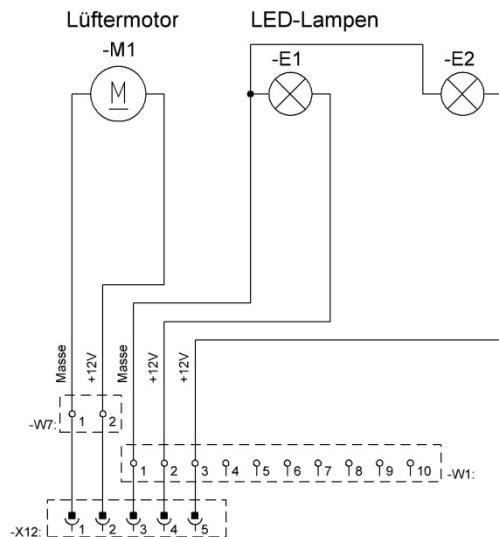


Abb. 72 Verdrahtungsplan Lüfter und LED-Lampen

An der Ausgangsklemmenleiste X13 sind die Magnetventile angeschlossen, die die Pneumatikzylinder steuern. Die Klemmenleiste besteht aus 4 Klemmen (X13.1 bis X13.4). Die Klemme X13.1 ist mit Masse verbunden. An der Klemme X13.2 wird das Magnetventil 1M1 angeschlossen, an die Klemme X13.3 das Magnetventil 2M1 und an die Klemme X13.4 das Magnetventil 2M2. Sie müssen mit 24 V DC versorgt werden.

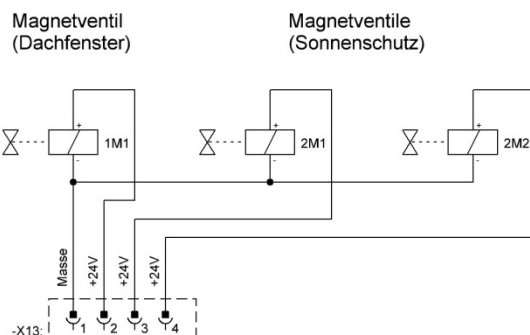


Abb. 73 Verdrahtungsplan Magnetventile-Pneumatik

Die Klemmen müssen, je nach Aufgabenstellung, mittels Kabelbrücken miteinander verbunden werden

Die Verdrahtung der Betriebsmittel zu den Klemmen erfolgt in Kabelkanälen. Diese sind an der Grundstruktur des Ausbildungsmodells befestigt. Geklemmt werden die Drähte in Verbindungsdosen oder direkt im Schaltkasten. Die Kabelkanäle haben eine Dimension von 30x30 mm bzw. 30x15 mm. In der nachfolgenden Ansicht sind die Kabelkanäle 30x30 mm in rot, die Kabelkanäle 30x15 mm in violett und die Verbindungsdosen in blau gehalten.

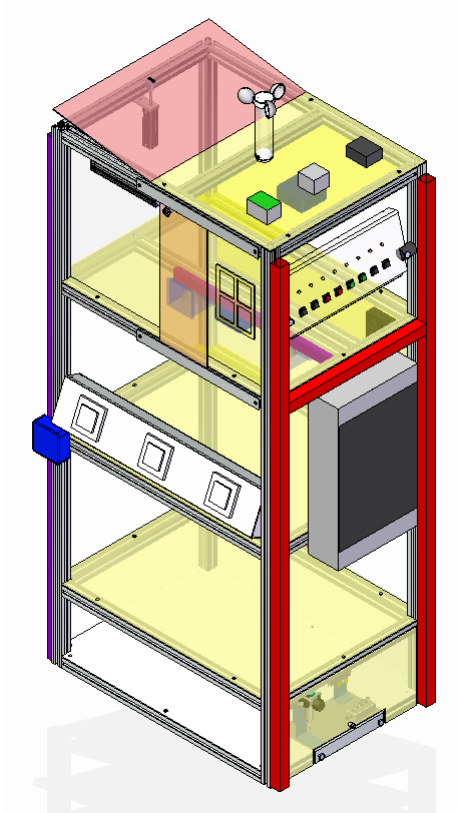


Abb. 74 Übersicht Kabelkanäle von oben

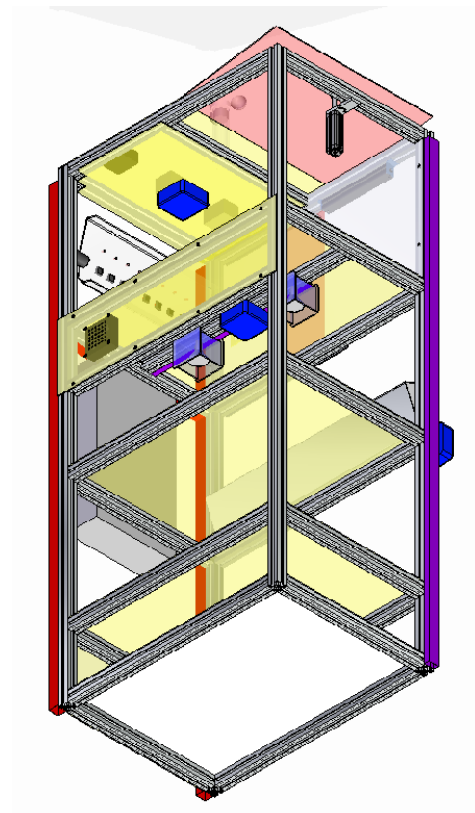


Abb. 75 Übersicht Kabelkanäle von unten

Bei den Verbindungsdrähten W1 bis W8 handelt es sich um ein 10-poliges Kabel mit einem Leiterquerschnitt von 0,5 mm² Volldraht.

Bei den Leuchtmitteln handelt es sich um LEDs. Diese wurden aus ökologischen Gründen gewählt, da sie extrem stromsparend sind.

Die Leuchtmittel sind direkt an die Grundkonstruktion des Ausbildungsmodells befestigt. Zum Schutz befinden sie sich hinter einem PMMA-Lampenschirm.

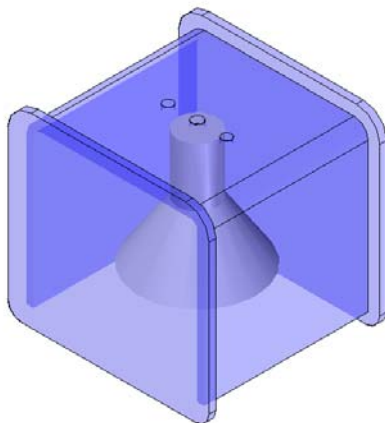


Abb. 76 LED mit Lampenschirm

Die Bedienerkonsole 1 ist eine Eigenkonstruktion und ebenfalls aus PMMA gefertigt. Sie nimmt die Taster und Schalter S1 bis S8 auf und enthält weiters die Meldeleuchten P1 bis P8. Sie ist drehbar an der Grundkonstruktion befestigt und kann einfach durch lösen der beiden Rendschrauben gegen eine andere Schalttafel ersetzt werden. Zum Demontieren muss weiters das Verbindungskabel, das sich an Klemmen direkt an der Bedienerkonsole 1 befindet, abgeklemmt werden.

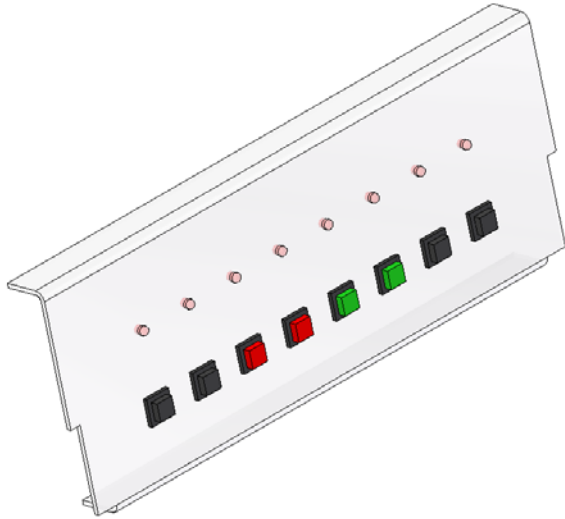


Abb. 77 Bedienerkonsole 1

Die Kabelkanäle mit den Dimensionen 30x30 mm und 30x15 mm sind Zukaufteile. Der Kabelkanal, in dem die Taster S4 bis S6 eingelassen sind, ist selbst gefertigt. Er wird in weiterer Folge als Bedienerkonsole 2 bezeichnet. Er besteht aus einem Aluminiumblech der Stärke 3 mm und besitzt eine PMMA-Abdeckung. In diese sind die drei Taster eingesetzt.

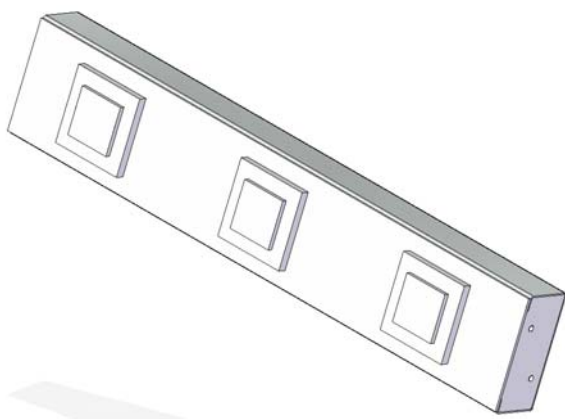


Abb. 78 Bedienerkonsole 2

7.3 Sensorik

Da es heute üblich ist, moderne Gebäude „intelligent“ zu machen, wurde dies auch in unserem Modell berücksichtigt. Das Gebäude ist mit Sensoren ausgestattet, die alle einem unterschiedlichen Zweck dienen.

Verbaute Sensoren:

- Windsensor
- Helligkeitssensor
- Präzisions-Dämmerungsschalter
- Regensensor

7.3.1 Windsensor

Der Windsensor ist eine Eigenkonstruktion und arbeitet mit einem Tachogenerator. Dieser erzeugt eine Spannung, die proportional der Windgeschwindigkeit ist. Er ist somit ein analoger Sensor.

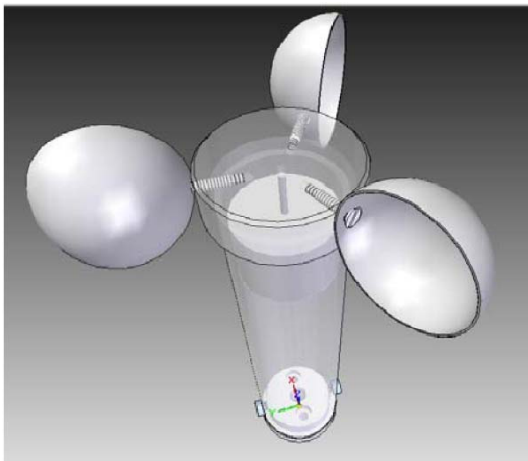


Abb. 79 Geschwindigkeitssensor

7.3.2 Helligkeitssensor

Der im Ausbildungsmodell verwendete Helligkeitssensor, ist ebenfalls ein analoger Sensor. Der Helligkeitssensor ist genauso wie der Windsensor eine Eigenkonstruktion.

Der Helligkeitssensor basiert auf einem Fotowiderstand. Mit einem Potentiometer (R3) kann dieser kalibriert werden. Der Sensor liefert an seinem Ausgang eine Spannung von 0-10 V DC. Die Zenerdiode D2 begrenzt die Ausgangsspannung auf 10 V. Die Diode D1 wird verwendet, um den Sensor gegen ein falsches Anschließen der Versorgungsspannung zu sichern. Der Kondensator C1 leitet Spannungsspitzen, die beim Einschalten entstehen, gegen Masse ab. Der Widerstand R1 und der Kondensator C2 ergeben einen

Tiefpass und leiten hochfrequente Schwingungen der Versorgungsspannung gegen Masse ab.



Abb. 80 Helligkeitssensor

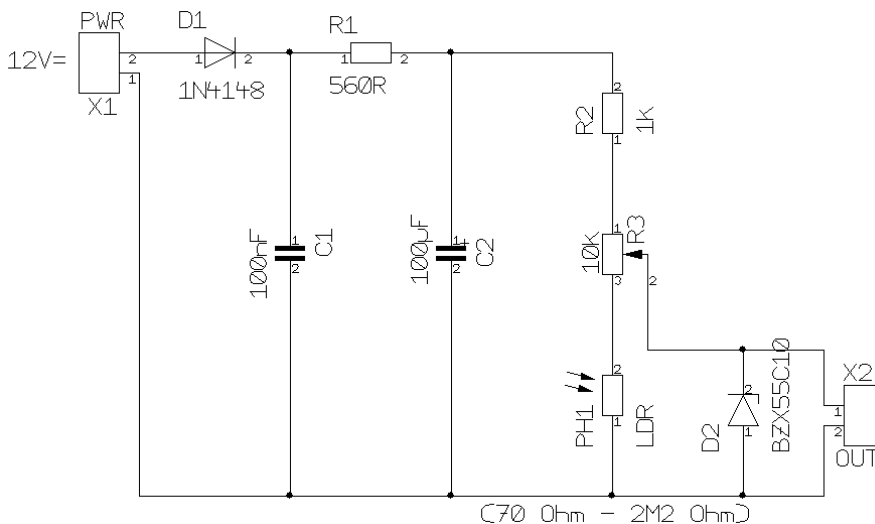


Abb. 81 Schaltplan Helligkeitssensor

7.3.3 Präzisions-Dämmerungsschalter

Der Präzisions-Dämmerungsschalter ist von der Firma Conrad und trägt die Nummer 191903. Er ist für eine Spannung von 12 V DC ausgelegt.

Ändert sich die Lichtstärke dann ändert sich auch der Widerstand des LDR. Dadurch verändern sich auch die Spannungsverhältnisse in der Schaltung. Die Ausgangsspannung des Komparators IC1a steuert dabei den Transistor T1, der in dieser Schaltung als elektronischer Schalter für ein Relais fungiert. Mit dem Potentiometer R2 kann eingestellt werden, ab welcher Helligkeit das Relais schalten soll. Das zweite Potentiometer ist zum Einstellen der Schalthysterese.

Die Leuchtdiode D1 und der Vorwiderstand R3 zeigen optisch an, ob die Schaltschwelle erreicht wurde und das Relais geschaltet hat.

Mit Hilfe der Diode D3 wird eine Beschädigung der Schaltung durch falsches Anschließen verhindert.



Abb. 82 Präzisions-Dämmerungsschalter

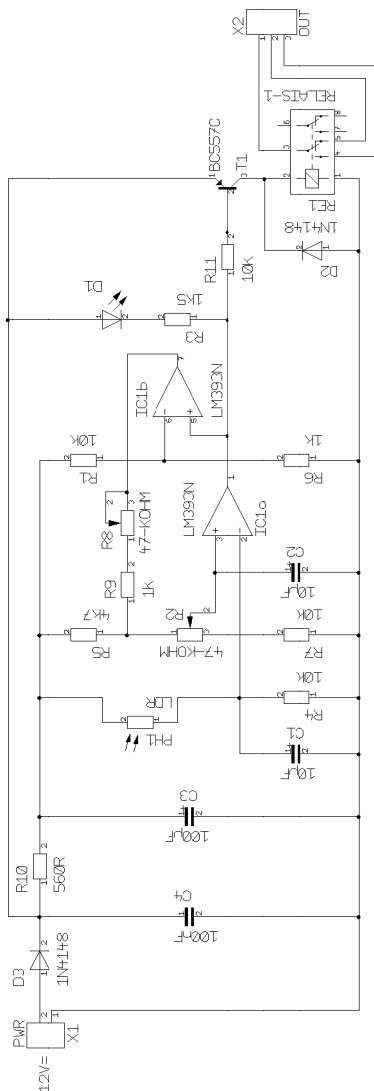


Abb. 83 Schaltplan Präzisions-Dämmerungsschalter

7.3.4 Regensensor

Der Regensensor ist von der Firma Conrad und trägt die Nummer 190351. Auf der Oberseite des Sensors befinden sich Kontakte. Werden diese mit Wasser benetzt, wird der Stromkreis geschlossen und das Relais geschaltet.



Abb. 84 Regensensor

7.4 Pneumatik

7.4.1 Druckluftherzeugung und Verteilung

Die Druckluftherzeugung an der HTL Mistelbach erfolgt mit einem Hubkolbenverdichter. Dieser besitzt einen Zweizylinder Reihenkompressor mit Riemenantrieb. Der Verdichter steht in einem separaten Gebäude. Um den Druck konstant zu halten, folgt nach dem Verdichter ein Druckluftspeicher mit einem Volumen von 200 l. Der Druck im Druckluftspeicher kann maximal 10 bar betragen. Über eine Leitung werden die Werkstättenräume der HTL mit Druckluft versorgt.



Abb. 85 Kolbenverdichter ARGE Twister 4800⁸⁷

⁸⁷ Vgl. <http://www.zgonc.at/qualitats-kompressor-twister-4800-d.html#weiterlesen>

Kolbenverdichter ARGE Twister 4800	
Kesselinhalt	200 l
Ansaugleistung	655 l/min
Max. Druck	10 bar
Leistung	5,5 PS
Spannung	400 V

Tabelle 10 Technische Daten des Kolbenverdichters⁸⁸

In den mechanischen Werkstätten (CNC-Werkstätte, Fertigungstechnik-Werkstätte, Kunststofftechnik-Labor) wird die Druckluft verwendet um z.B. Werkstücke zu säubern bzw. in der CNC-Werkstätte, um die Spannvorrichtung des Werkzeugrevolvers zu betätigen.

In die Elektrotechnik- und Elektronik-Werkstätte wird ebenfalls Druckluft eingeleitet. Hier wird sie jedoch eingesetzt, um die pneumatischen Ausbildungs-Systeme zu betreiben.

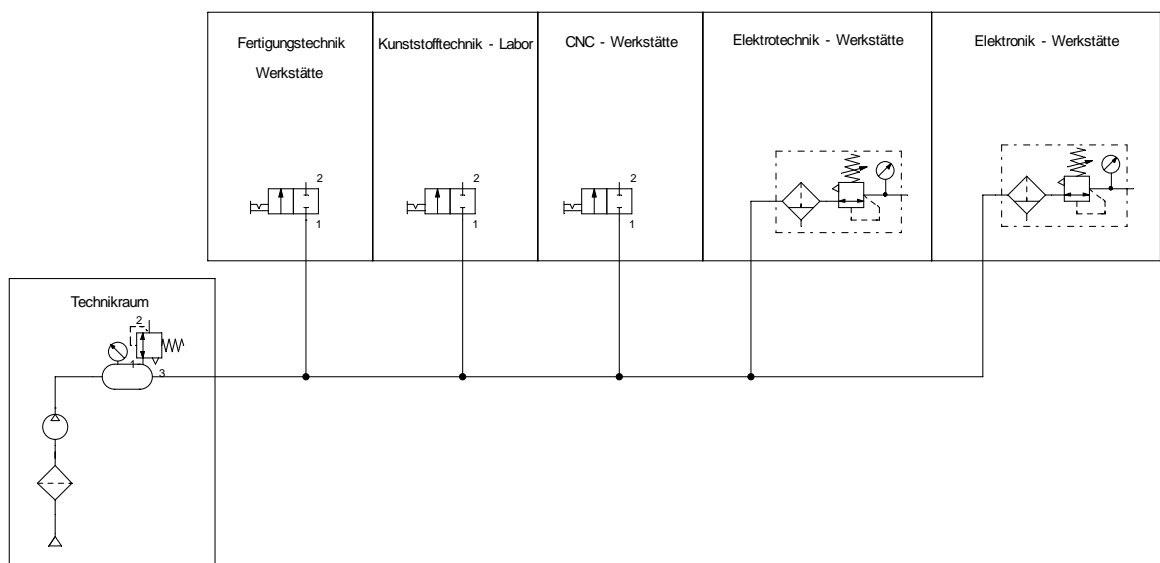


Abb. 86 Leitungsschema Pneumatik der HTL Mistelbach

⁸⁸ Vgl.

http://www.zgonc.at/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/i/m/image_32766.jpg

Während die Druckluft in den mechanischen Werkstätten ohne Aufbereitung aus den Leitungen gelangt, wird in der Elektrotechnik- und in der Elektronik-Werkstätte die Druckluft in der Wartungseinheit aufbereitet und mittels Druckregler geregelt. Im Filter-Regelventil wird die Luft gefiltert und das Kondensat kann am Kondensatablauf abgelassen werden. Der Drehknopf, mit dem der Druck geregelt wird, kann aus Sicherheitsgründen abgesperrt werden. Das Einschaltventil braucht eine Spannungsversorgung damit es schaltet. Wird der NOT-AUS betätigt, wird die Stromzufuhr unterbrochen und das Einschaltventil sperrt die Druckluftversorgung. Die letzte Komponente ist das Druckaufbauventil.

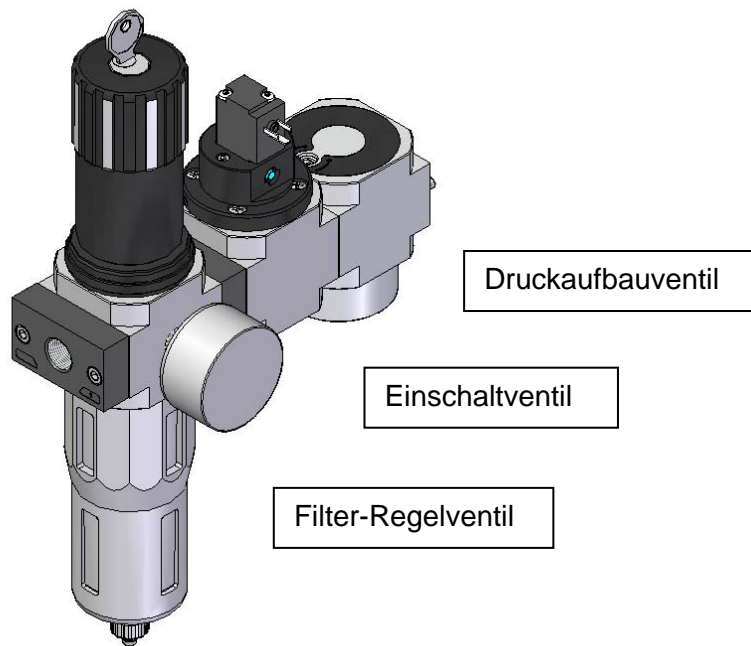


Abb. 87 Wartungseinheit

Da der Druckluftverbrauch während eines Schultages kaum messbar ist, kann die Dimensionierung des Hubkolbenverdichters und des Druckluftspeichers vernachlässigt werden.

Auch die Druckluftmenge, die das Ausbildungsmodell benötigt, kann vernachlässigt werden, da das Ausbildungsmodell nur an einigen bestimmten Tagen, während eines Schuljahres, zum Einsatz kommt.

7.4.2 Ventile

Bei den verwendeten Ventilen handelt es sich um Magnetventile der Firma Festo. Ziel ist es, die Ventile mittels speicherprogrammierbarer Steuerung zu betätigen. Magnetventile besitzen Spulen, die bei Betätigung mit Strom versorgt werden. Die stromdurchflossene

Spule erzeugt ein Magnetfeld und betätigt den Anker. Dieser schaltet das Ventil. In unserem Ausbildungsmodell kommen zwei Varianten von Magnetventilen zum Einsatz:

- 5/2-Wege-Magnetimpulsventil
- 5/2-Wege-Magnetventil

Das 5/2-Wege-Magnetimpulsventil benötigt nur einen kurzen Impuls, um seine Schaltstellung zu verändern.

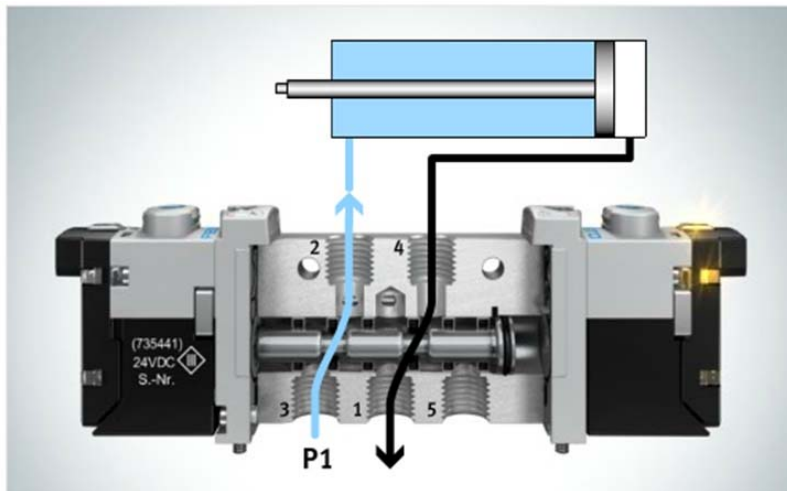


Abb. 88 5/2-Wege-Magnetimpulsventil Schaltstellung 1⁸⁹

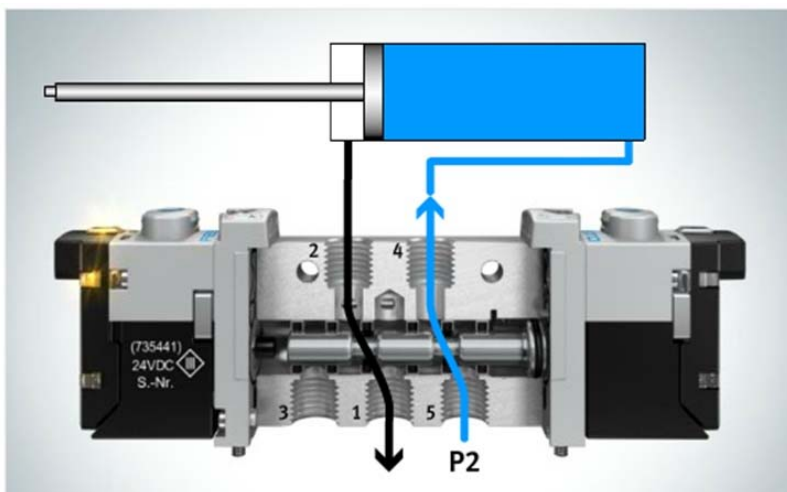


Abb. 89 5/2-Wege-Magnetimpulsventil Schaltstellung 2⁹⁰

⁸⁹ Vgl http://www.festo.com/cms/de_de/14452_14936.htm#id_16116

⁹⁰ Vgl http://www.festo.com/cms/de_de/14452_14936.htm#id_16116

Das 5/2-Wege-Magnetventil besitzt anstelle der zweiten Spule eine pneumatische Feder. Um dieses Ventil zu schalten, muss die Spule ständig mit Strom versorgt werden. Wird die Spannungsversorgung unterbrochen geht das Ventil, aufgrund der pneumatischen Feder, wieder in seine Ausgangsstellung zurück.

7.4.3 Arbeitselemente

Bei den Arbeitselementen fiel die Wahl auf die Kompaktzylinder ADN der Firma Festo. Diese Aktoren sind doppelwirkende Zylinder. Der Vorteil an dieser Bauform ist, dass die Zylinderform bereits Nuten besitzt, in die Näherungsschalter eingesetzt werden können. Diese Näherungsschalter können in ihr stufenlos justiert werden. Mit Hilfe dieser Näherungsschalter kann die Lage der Kolben ermittelt werden und somit auch gesteuert werden, wie weit die Kolben ausfahren sollen.

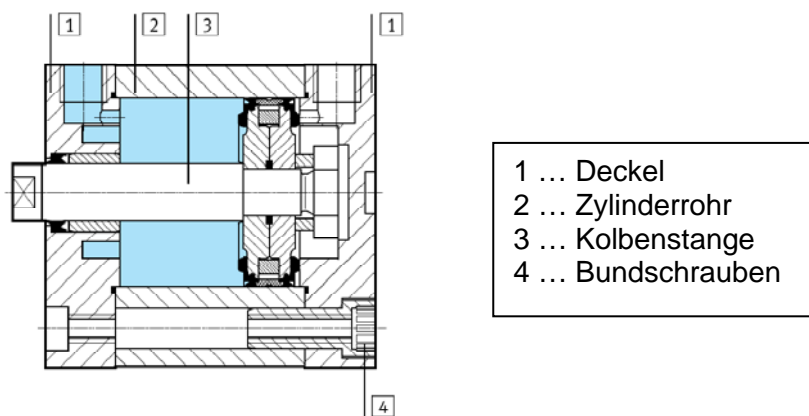


Abb. 90 Doppelwirkender Zylinder⁹¹

Der erste Zylinder mit der Bezeichnung ADN-12-170-A-P-A betätigt den horizontalen Sonnenschutz. Die Typenbezeichnung sagt aus, dass der Kolben einen Durchmesser von 12 mm besitzt. Der Kolbenhub beträgt 170 mm. In die Druckluftanschlüsse des Zylinders werden die Drosselrückschlagventile eingeschraubt. Mit diesen Ventilen wird Geschwindigkeit der Aus- und Einfahrbewegung des Kolbens eingestellt.

⁹¹ Vgl. http://xdki.festo.com/xdki/data/doc_DE/PDF/DE/ADN_DE.PDF

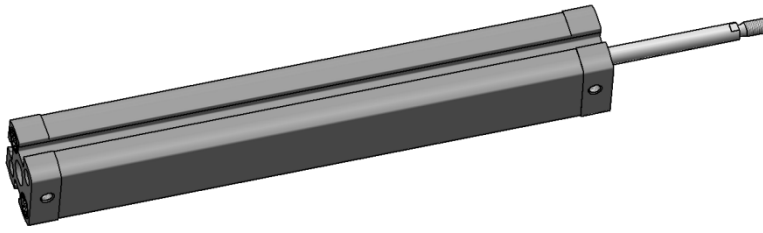


Abb. 91 Normzylinder ADN-12-170-A-P-A

Der Zylinder wird mit Winkeln aus rostfreiem Stahl an den Aufnahmepunkten des Zylinders und an der Nut, am Rahmen des Ausbildungsmodells, mittels Hammermuttern befestigt. Die Anbindung der Kolbenstange am horizontalen Sonnenschutz erfolgt mit einem Gelenk. Aufgrund der freien Lagerung können Ungenauigkeiten kompensiert werden.

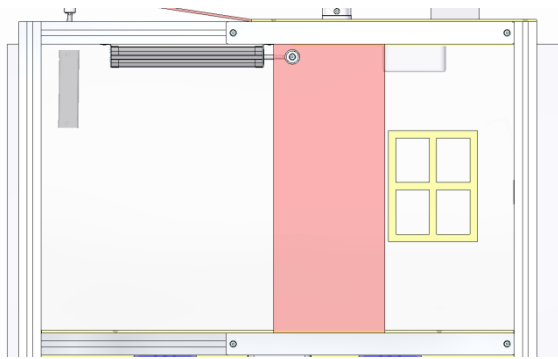


Abb. 92 Sonnenschutz offen

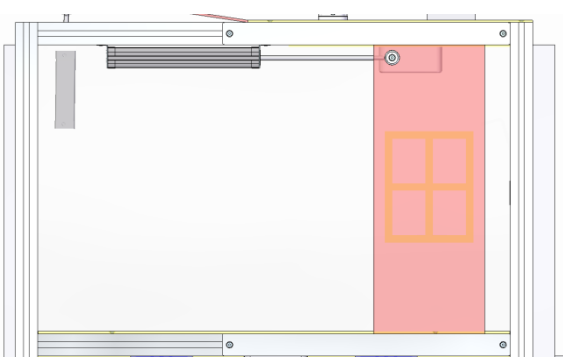


Abb. 93 Sonnenschutz geschlossen

Der zweite Zylinder mit der Bezeichnung ADN-12-70-A-P-A betätigt das Dachfenster. Er besitzt einen Kolbenhubdurchmesser von ebenfalls 12 mm und einen Kolbenhub von 70 mm.

Der Zylinder für das Dachfenster wird mit einem Scharnier am Alu-Profil des Ausbildungsmodells befestigt. Am Dachfenster ist ein zweites Scharnier angebracht. Diese beiden Scharniere gewährleisten, dass es zu keinen Verspannungen im Zylinder kommt, wenn das Dachfenster geöffnet bzw. geschlossen wird. Auch an diesem Zylinder werden für die Ein- und Ausfahrbewegung Drosselrückschlagventile zum Einstellen der Kolben- geschwindigkeit verwendet.

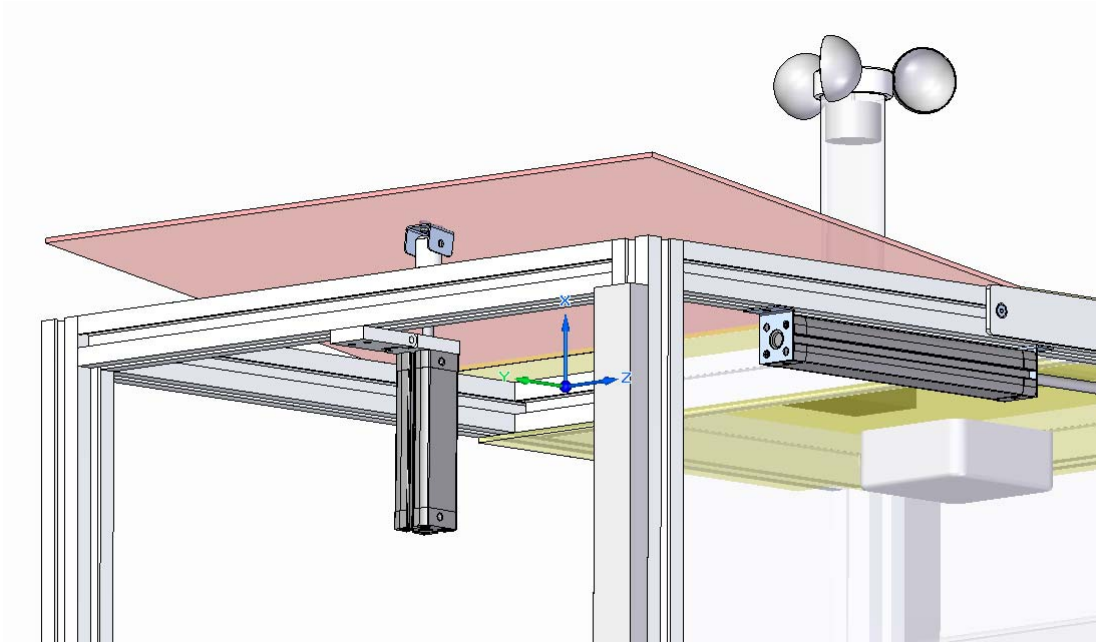


Abb. 94 Pneumatikzylinder und Dachfenster

Beide Zylinder erreichen eine Kraft von 68 N bei einem Druck von 6 bar. Bei 4 bar Betriebsdruck wird immer noch eine Kraft von 45 N erzielt.

$$F = A \cdot p_e = 113 \text{ mm}^2 \cdot 0,6 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{68 \text{ N}}$$

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{12^2 \cdot \pi}{4} = 113 \text{ mm}^2$$

F...Kolbenkraft [N]

A ... Kolbenfläche [mm²]

p_e ... Überdruck [N/mm²]

7.4.4 Anlagenschema

Die Wartungseinheit, die 5/2-Wegeventile und die Komponenten der Druckluftverteilung sind im Unterbau des Ausbildungsmodells verbaut. Die beiden doppeltwirkenden Zylinder befinden sich im obersten Geschoss.

Die Druckluftzufuhr ist direkt mit der Wartungseinheit verbunden. Von dieser aus wird ein Verteilblock mit Druckluft versorgt. Dieser hat die Aufgabe, die Druckluft gleichmäßig an alle Verbraucher zu verteilen. Er besitzt einen Eingang und vier Ausgänge. Auf den Aus-

gängen wurden Rückschlagventile verbaut. Somit können je nach Anwendung zwischen ein und vier Verbraucher angeschlossen werden.

Vom Verteilblock aus wird die Druckluft an die zwei 5/2-Wegeventile verteilt.

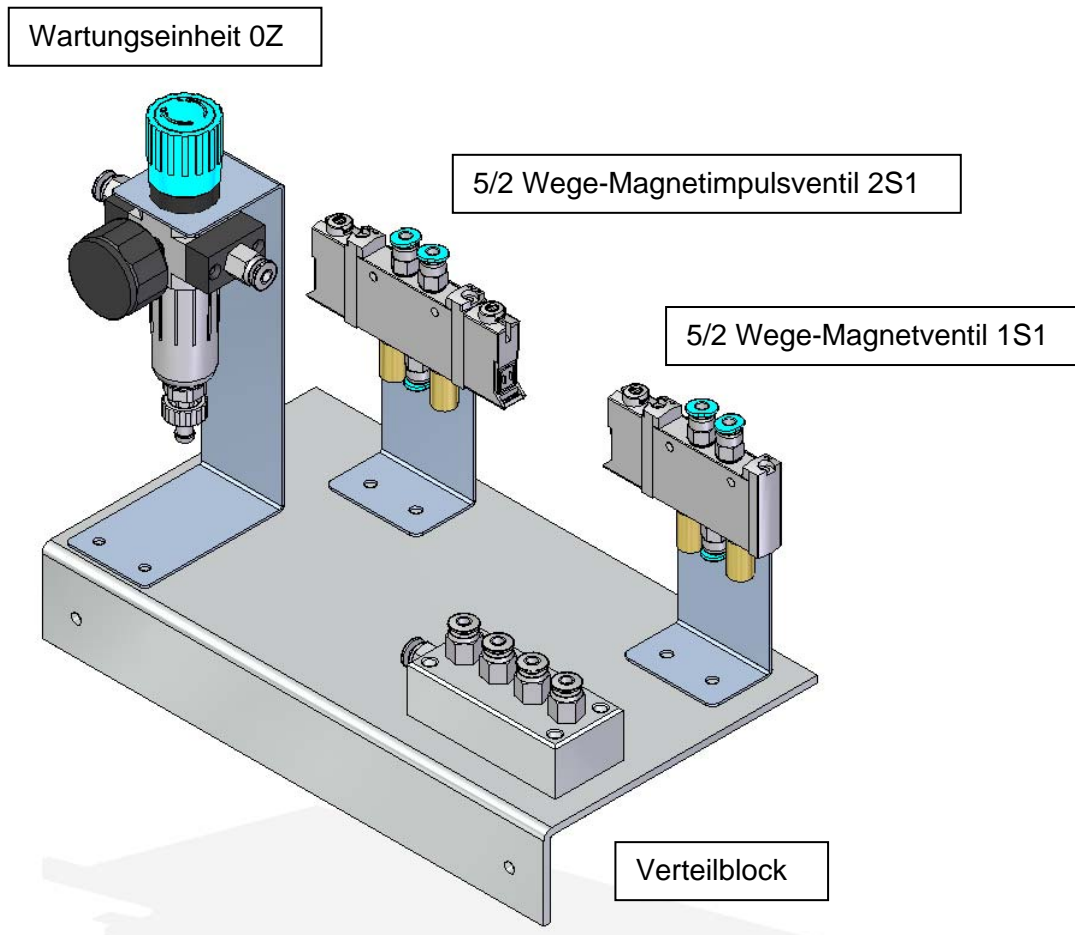


Abb. 95 Pneumatik Komponenten

Der Zylinder 1A ist an einem Scharnier befestigt und betätigt das Dachfenster. Angesteuert wird der Zylinder 1A vom 5/2 Wege-Magnetventil 1S1. Der Zylinder 2A ist waagrecht verbaut und bewegt den Sonnenschutz. Dieser Zylinder wird vom 5/2-Wege-Impulsventil 2S1 angesteuert. Beide Zylinder sind mit Näherungsschaltern ausgestattet, die die Lage des Kolbens erkennen.

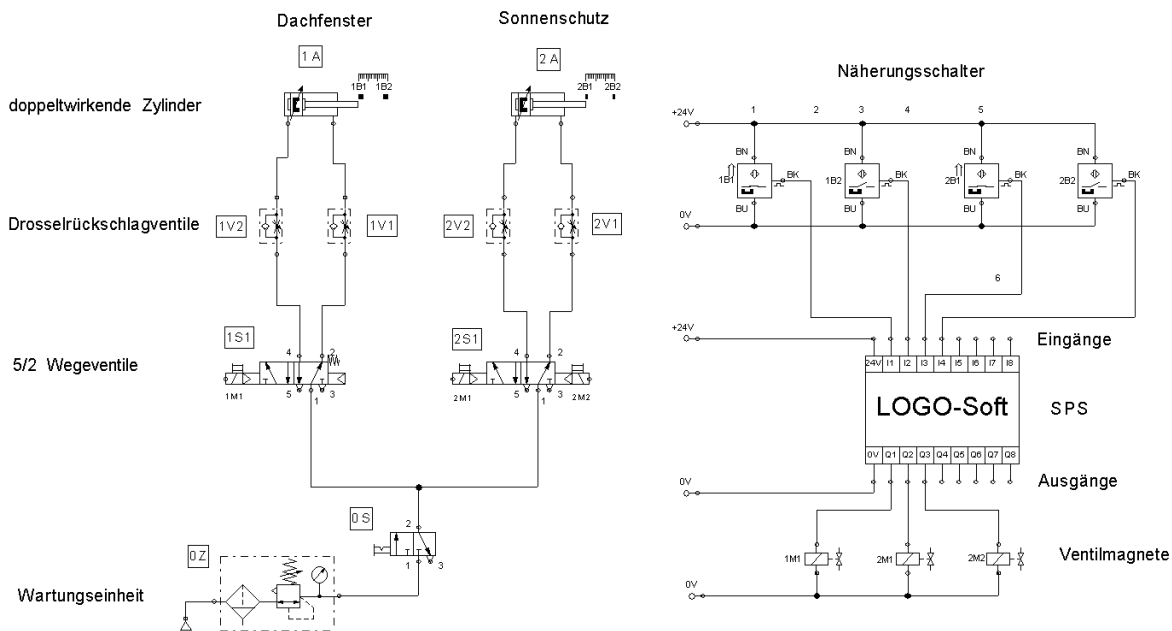


Abb. 96: Pneumatikschaltplan Ausbildungsmoell

Durch Betätigen des Hauptventils 0S wird die gesamte Pneumatikanlage mit Druckluft versorgt. In der Ausgangssituation sind die Eingabeventile 1S1 und 2S1 unbetätigt. Somit strömt die Druckluft über die Druckluftversorgung (1) der Eingabeventile über die Arbeitsleitungen (2) durch die Drosselrückschlagventile 1V1 und 2V1 in die Aktoren 1A und 2A und halten diese eingefahren. In der Ausgangssituation sind die Näherungsschalter 1B1 und 2B1 geschaltet und liefern an die Eingänge der Kleinststeuerung das Signal 1. Direkt an die doppelt wirkenden Zylinder 1A und 2A sind Drosselrückschlagventile verbaut, die die Ein- und Ausfahrgeschwindigkeit der Kolben steuern. Die Drosselrückschlagventile sind so angeordnet, dass die aus dem Zylinder ausströmende Luft gedrosselt wird. Somit wird der Kolben zwischen zwei Luftpolstern gespannt gehalten. Die in den Zylinder einströmende Druckluft kann das Ventil ungedrosselt passieren. Durch diese Methode kommt es zu keiner ruckenden Bewegung des Kolbens beim Ein- und Ausfahren.

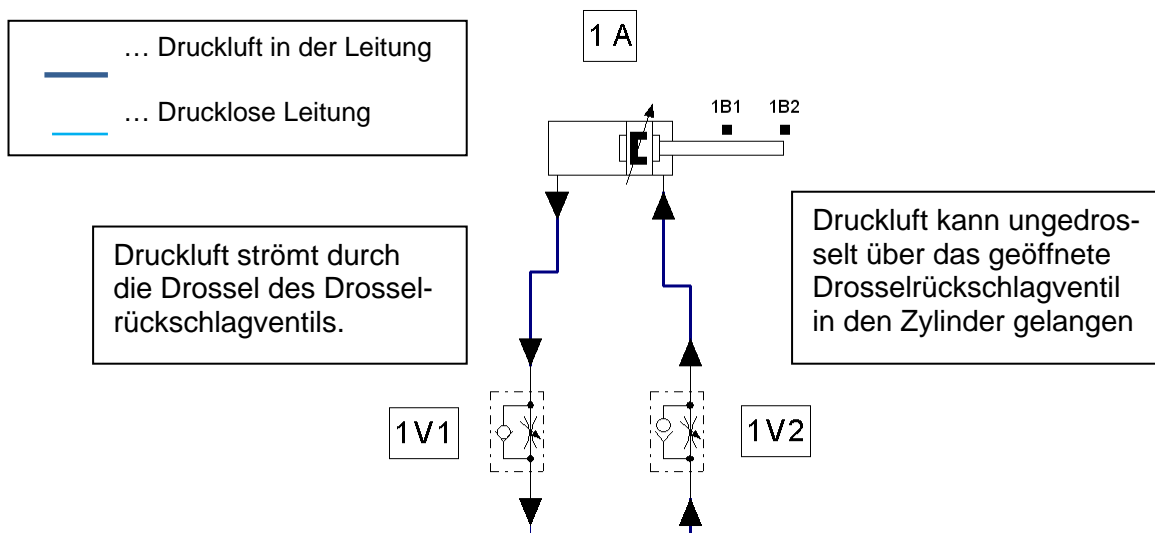


Abb. 97 Drosselung der Ein- und Ausfahrgeschwindigkeit

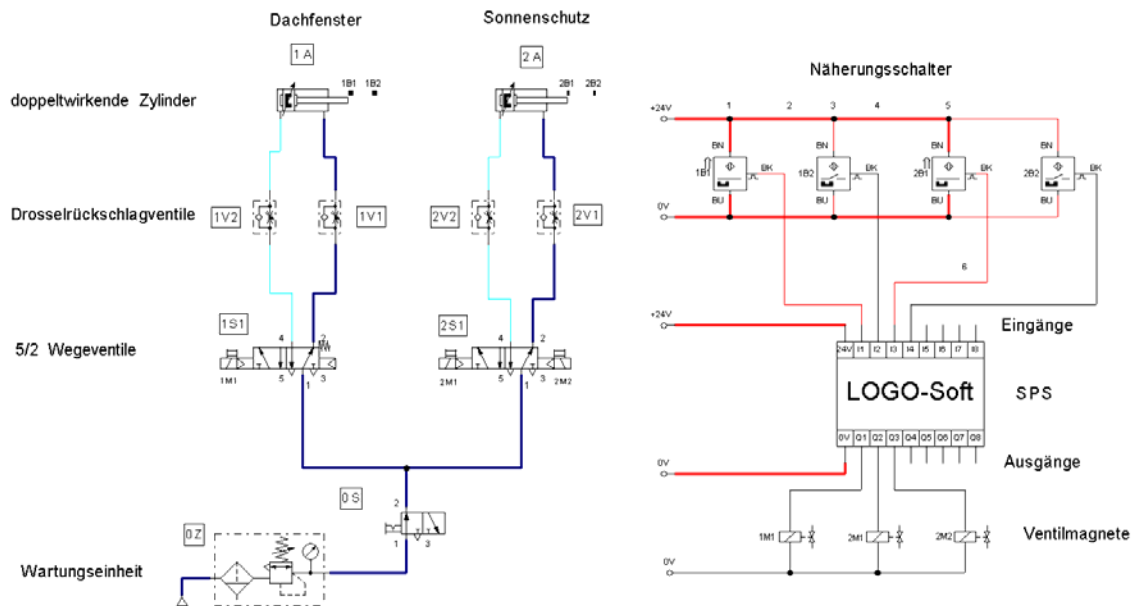


Abb. 98 Pneumatikschaltplan beide Kolben eingefahren

Das 5/2 Wege-Magnetventil 1S1 besitzt eine pneumatische Feder. Das heißt, zum Betätigen des Ventils muss die Spule des Ventils ständig mit Strom versorgt werden, damit es geschaltet bleibt. Wird die Stromzufuhr unterbrochen, wird die Spule nicht mehr mit Strom versorgt und ist somit nicht mehr magnetisch. Der angezogene Anker, der das Ventil schaltet, wird gelöst und das Ventil bewegt sich aufgrund der pneumatischen Feder wieder in seine Ausgangslage zurück. Somit muss das Magnetventil 1M1 ständig mit Strom versorgt werden, um geschaltet zu bleiben. Wird es betätigt, strömt die Druckluft vom Druckluftanschluss (1) zur Arbeitsleitung (4) über das Drosselrückschlagventil in den doppelwirkenden Zylinder und schiebt den Kolben aus. Im ausgefahrenen Zustand wird der Näherungsschalter 1B2 betätigt. Der betätigte Sensor liefert nun das Signal 1 an die Kleinststeuerung. Der Näherungsschalter 1B1 ist nicht mehr geschaltet und liefert 0.

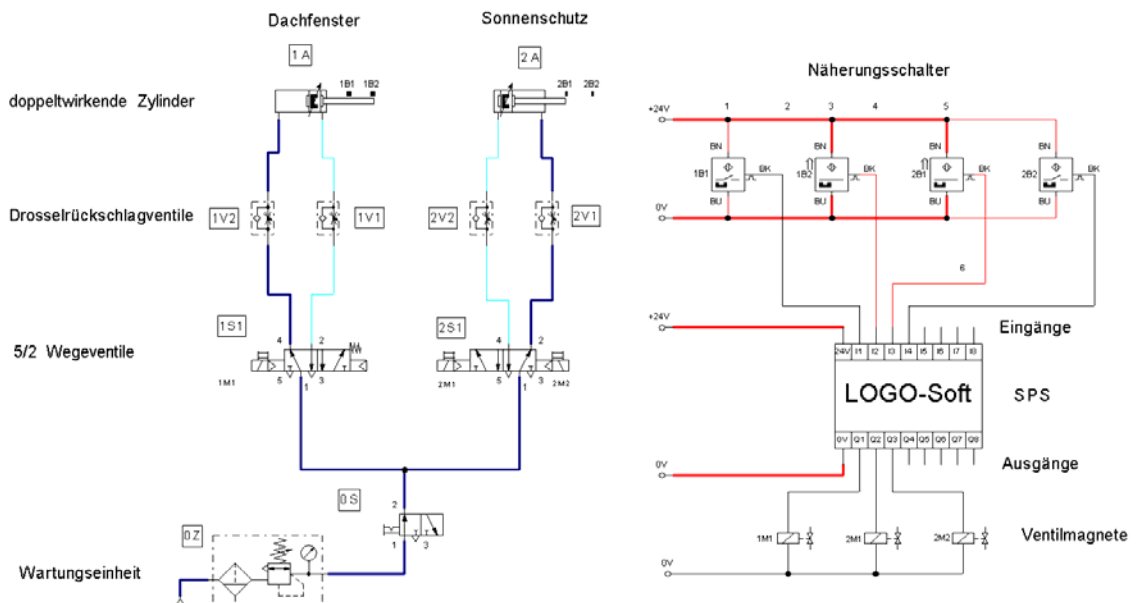


Abb. 99 Pneumatikschaltplan Kolben Zylinder 1A ausgefahren

Das 5/2-Wege-Magnetventil 2S1 ist ein Impulsventil, das heißt, es ist lediglich ein kurzer Impuls notwendig, um das Ventil zu schalten. Somit genügt ein kurzer Stromimpuls an das Magnetventil 2M1, um das Ventil zu schalten. Wird das Ventil 2M1 betätigt, strömt die Druckluft von der Druckluftversorgung (1) zur Arbeitsleitung (4) durch das Drosselrückschlagventil in den Zylinder 2A und lässt den Kolben ausfahren. Ist der Kolben ausgefahren, schaltet er den Näherungsschalter 2B2, dieser ist mit der SPS verbunden und liefert beim Betätigen das Signal 1.

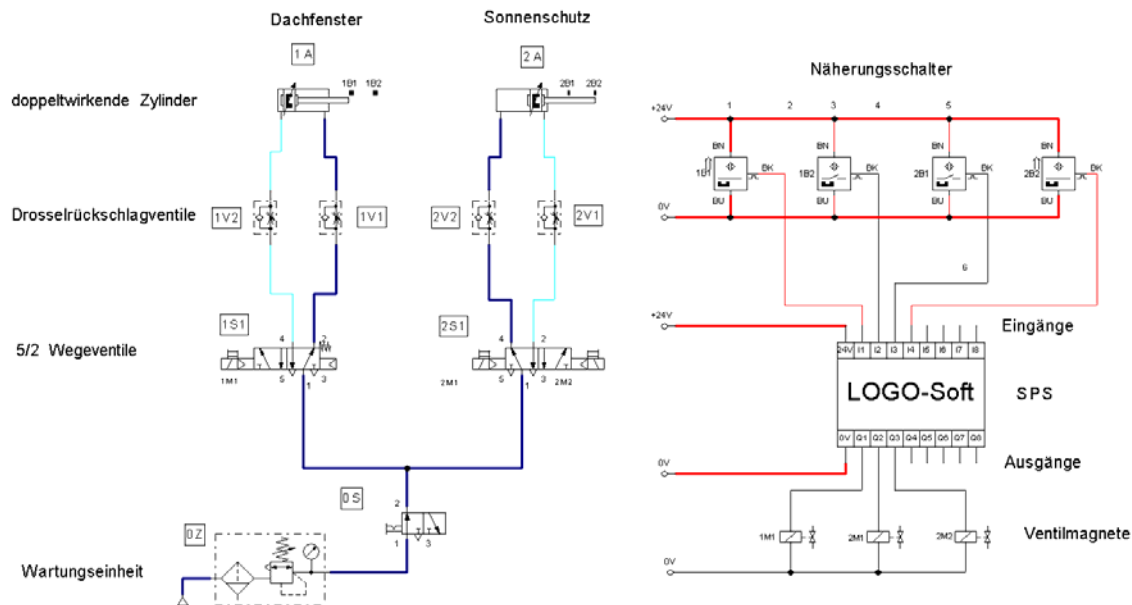


Abb. 100 Pneumatikschaltplan Kolben Zylinder 2A ausgefahren

7.5 Steuerungstechnik

Die Steuerung wird mit einer Siemens LOGO! Kleinststeuerung realisiert. Diese ist im Schaltschrank des Ausbildungsmodells untergebracht. Im Ausbildungsmodell kommt ein Gerät mit einer Versorgungsspannung von 24 V DC zum Einsatz. Die LOGO! besitzt kein LCD-Display und auch kein Tastenbedienfeld.

Da die Siemens LOGO! Kleinststeuerung mit 24 V Gleichspannung betrieben wird, wird sie an das Netzteil T2 angeschlossen.

Sie besitzt 8 Digitaleingänge. Von diesen 8 Eingängen können 4 Eingänge auch als Analogeingänge genutzt werden. An die Analogeingänge können Spannungen von 0 bis 10 V DC angeschlossen werden. An diese Eingänge werden die analogen Sensoren, wie der Windsensor oder der Helligkeitssensor angeschlossen.

Das Basismodul besitzt weiters 4 Relaisausgänge. Die Ausgänge können mit maximal 10 A belastet werden.

Aufgrund der begrenzten Anzahl von Ein- und Ausgängen am Basismodul wird im Anschluss an das Basismodul ein Erweiterungsmodul verbaut. Das digitale Erweiterungsmodul wird mit DM16 / 24 V bezeichnet. Dies steht für 8 Digitaleingänge und 8 digitale Relaisausgänge mit einer Versorgungsspannung von 24 V DC.

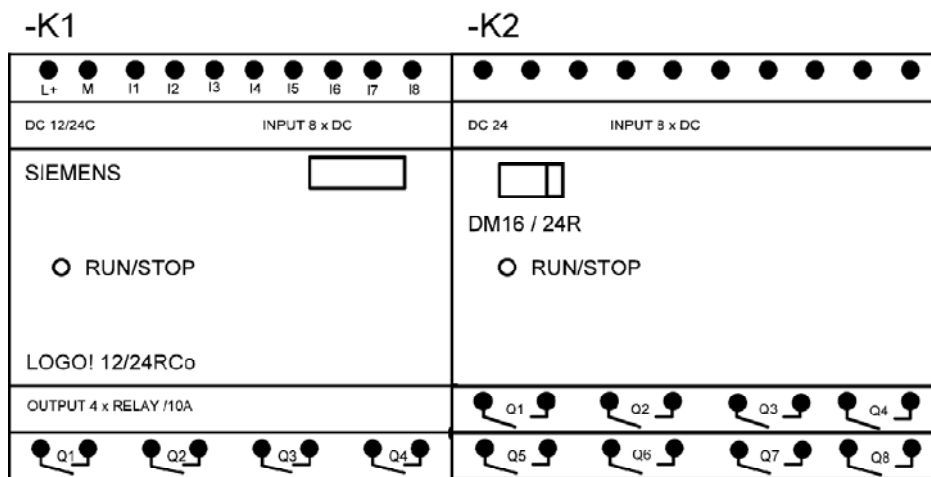


Abb. 101 SIEMENS LOGO! Basismodul und Erweiterungsmodul

Bei der SIEMENS LOGO! können bei der Programmerstellung sowohl der Kontaktplan KOP als auch der Funktionsplan FUP als Programmiersprache gewählt werden. Die Erstellung des Programmes erfolgt mit dem Programm LOGO! Soft Comfort. Das erstellte Programm wird mittels Datenkabel vom PC über die Schnittstelle auf die LOGO! übertragen.

Literatur

Pech Anton; Jens Klaus - 2005	Pech Anton; Jens Klaus: Heizung und Kühlung, Wien: Springer-Verlag, 2005
Krimmling Jörn; Preuß André; Deutschmann Jens Uwe; Renner Eberhard - 2008	Krimmling Jörn; Preuß André; Deutschmann Jens Uwe; Renner Eberhard: Atlas Gebäudetechnik, Köln: Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 2008
Ebel Frank; Idler Siegfried; Prede Georg; Scholz Dieter - 2010	Ebel Frank; Idler Siegfried; Prede Georg; Scholz Dieter: Pneumatik Elektropneumatik, Köln: Bildungsverlag EINS GmbH, 2010
Croser P.; Ebel F. - 2003	Croser P.; Ebel F.: Pneumatik. 2. Auflage, Berlin Heidel- berg: Springer-Verlag, 2003
Kanngießler Ulrich - 2008	Kanngießler Ulrich: Kleinststeuerung in Praxis und Anwen- dung, Heidelberg, München, Landsberg, Berlin: Verlags- gruppe Hüthig Jehle Rehm GmbH, 2008
Blickle Siegfried; ... - 2014	Blickle Siegfried; ...: Installations- und Heizungstechnik. 5. Auflage, Haan-Gruiten: Verlag Europa Lehrmittel, 2014
Dillinger Josef; ... - 2007	Dillinger Josef; ...: Fachkunde Metall. 55. Auflage, Haan- Gruiten: Verlag Europa Lehrmittel, 2007
Bastian Peter; ... - 2009	Bastian Peter; ...: Praxis Elektrotechnik. 9. Auflage, Haan-Gruiten: Verlag Europa Lehrmittel, 2004

Schmid Dietmar; ... - 2011 Schmid Dietmar; ...: Automatisierungstechnik. 9. Auflage, Haan-Gruiten: Verlag Europa Lehrmittel, 2011

Bastian Peter; ... - 2009 Bastian Peter; ...: Fachkunde Elektrotechnik. 26. Auflage, Wien: Verlags und Vertriebsgesellschaft m. b. H., 2009

Tapken Herbert - 2010 Tapken Herbert: LOGO!. 3. Auflage, Haan-Gruiten: Verlag Europa Lehrmittel, 2010

Schulungsunterlagen Firma Festo - Electropneumatics, Basic Level

http://www.htl.at/fileadmin/content/Lehrplan/HTL_VO_2011/BGBI_II_Nr_300_2011_Anlage_1_3.pdf, verfügbar am 08.02.2014

http://www.htl.at/fileadmin/content/Lehrplan/HTL_VO_2011/BGBI_II_Nr_300_2011_Anlage_1_6.pdf verfügbar am 08.02.2014

http://www.festo-didac-tic.com/ov3/media/customers/1100/566199_de_naeheru ngsschalter_smt0.pdf verfügbar am 14.03.2014

<http://www.zgonc.at/qualitats-kompressor-twister-4800-d.html#weiterlesen> verfügbar am 1.3.2014

http://www.zgonc.at/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/i/m/image_32766.jpg verfügbar am 1.3.2014

http://www.festo.com/cms/de_de/14452_14936.htm#id_16116 verfügbar am 17.02.2014

http://xdki.festo.com/xdki/data/doc_DE/PDF/DE/ADN_DE.PDF verfügbar am 17.02.2014

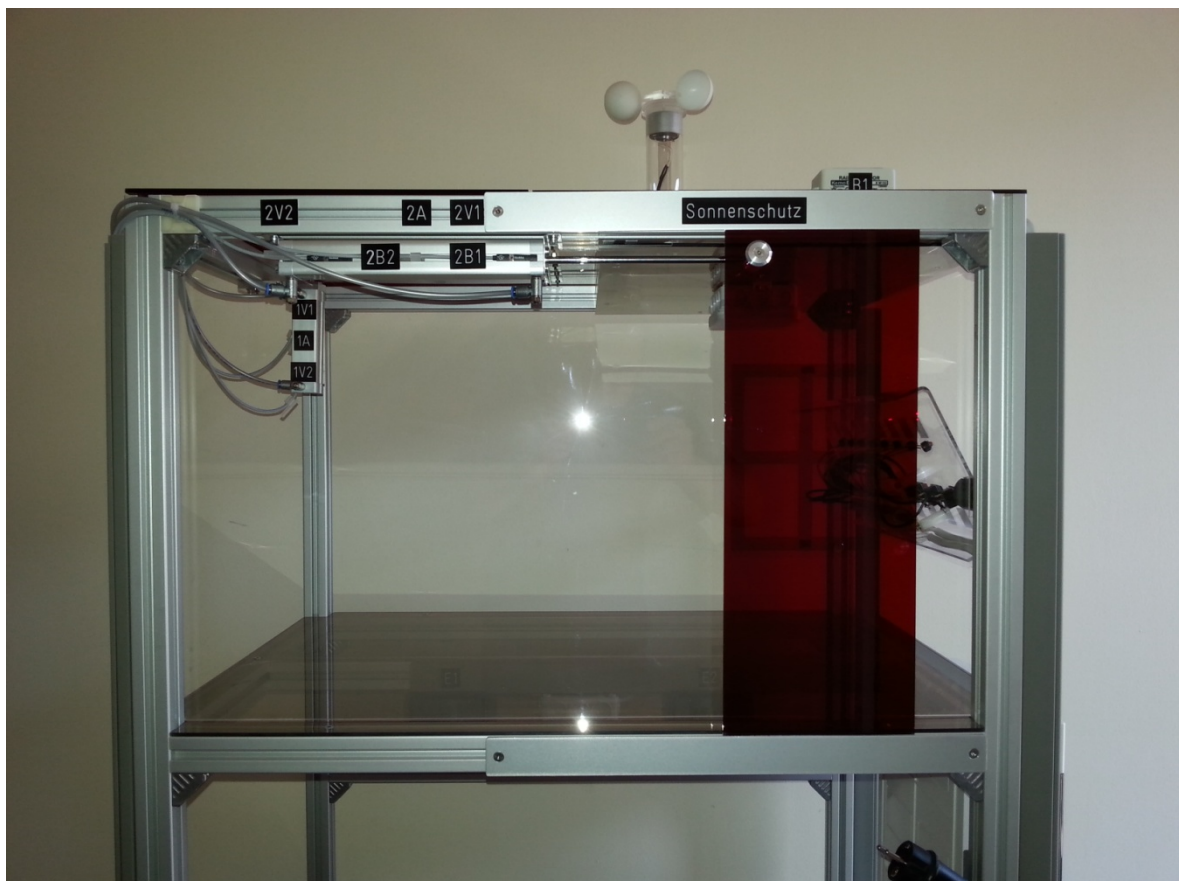
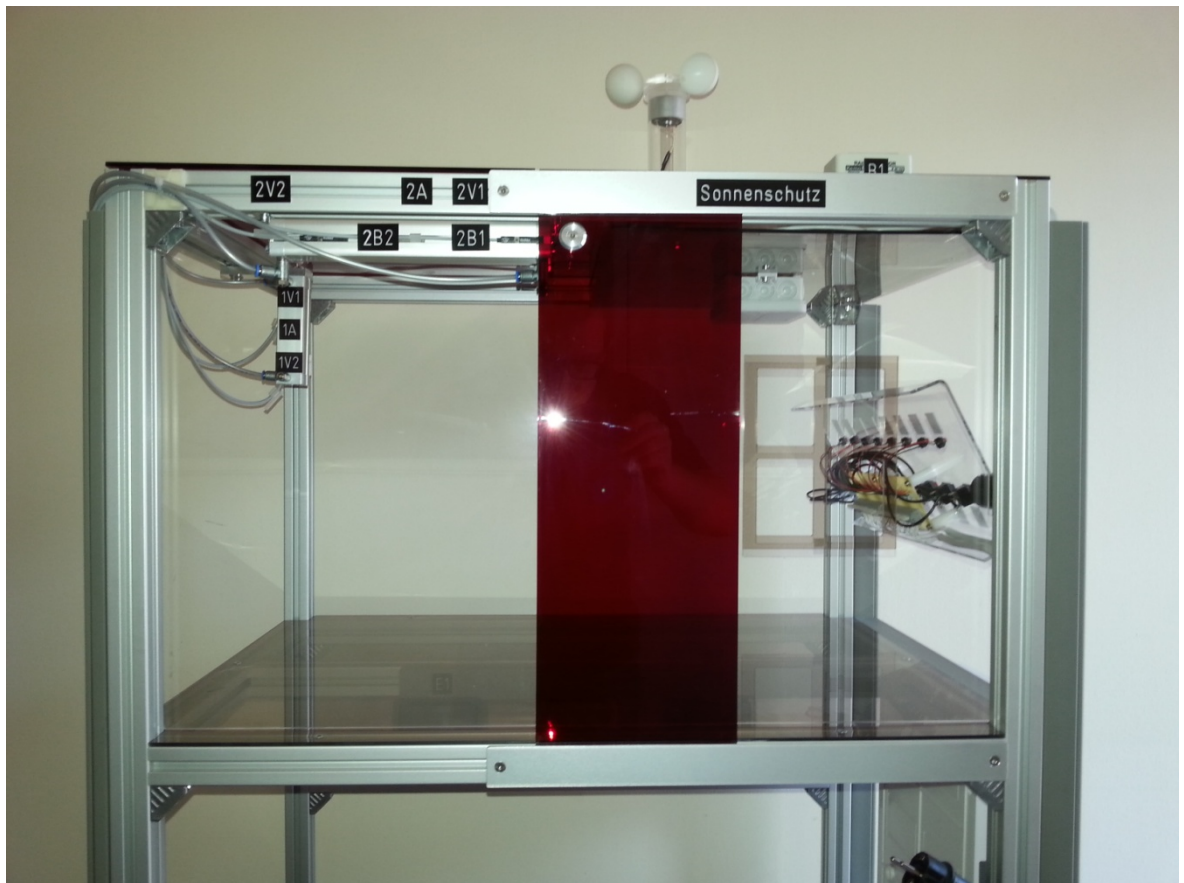
Anlagen

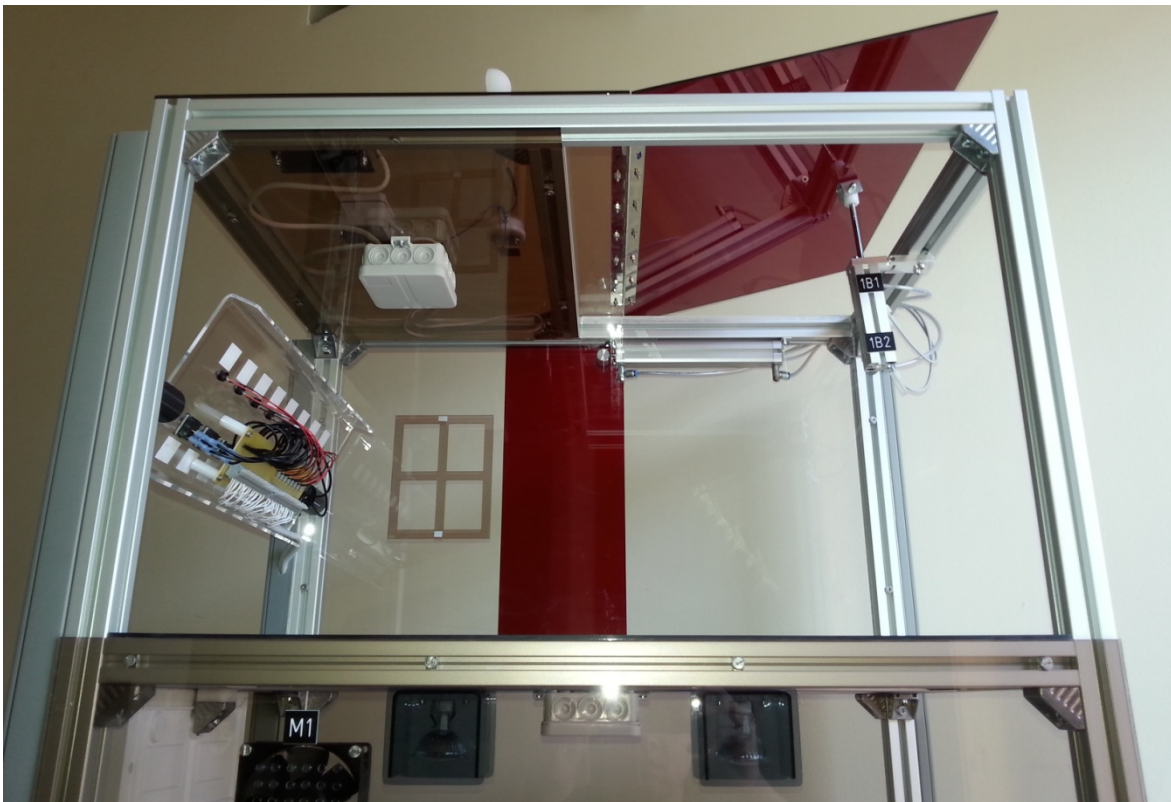
Bilder des Ausbildungsmodells.....	A-1
Kennbuchstaben von Betriebsmitteln	A-9
Verdrahtungspläne.....	A-11
Symbole Pneumatikkomponenten	A-21
Pneumatik Schaltplan	A-23

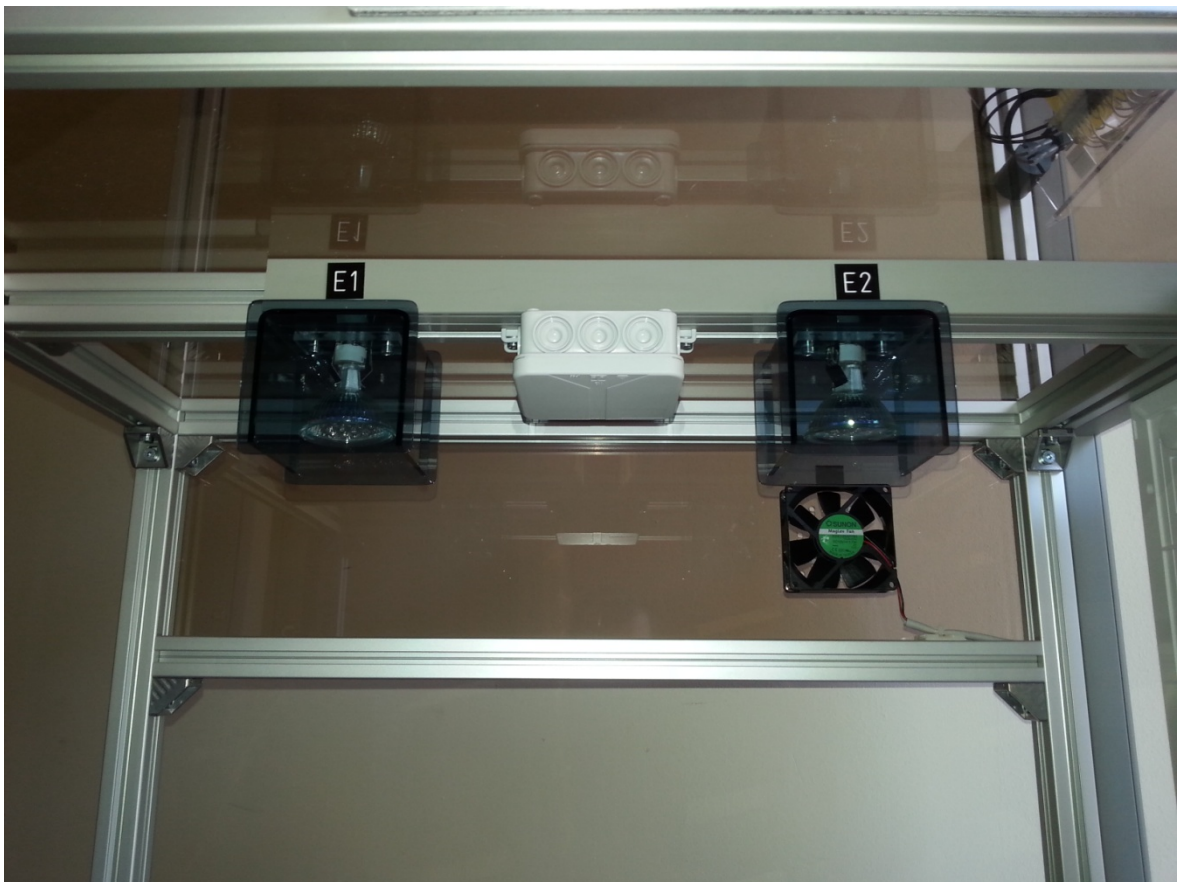
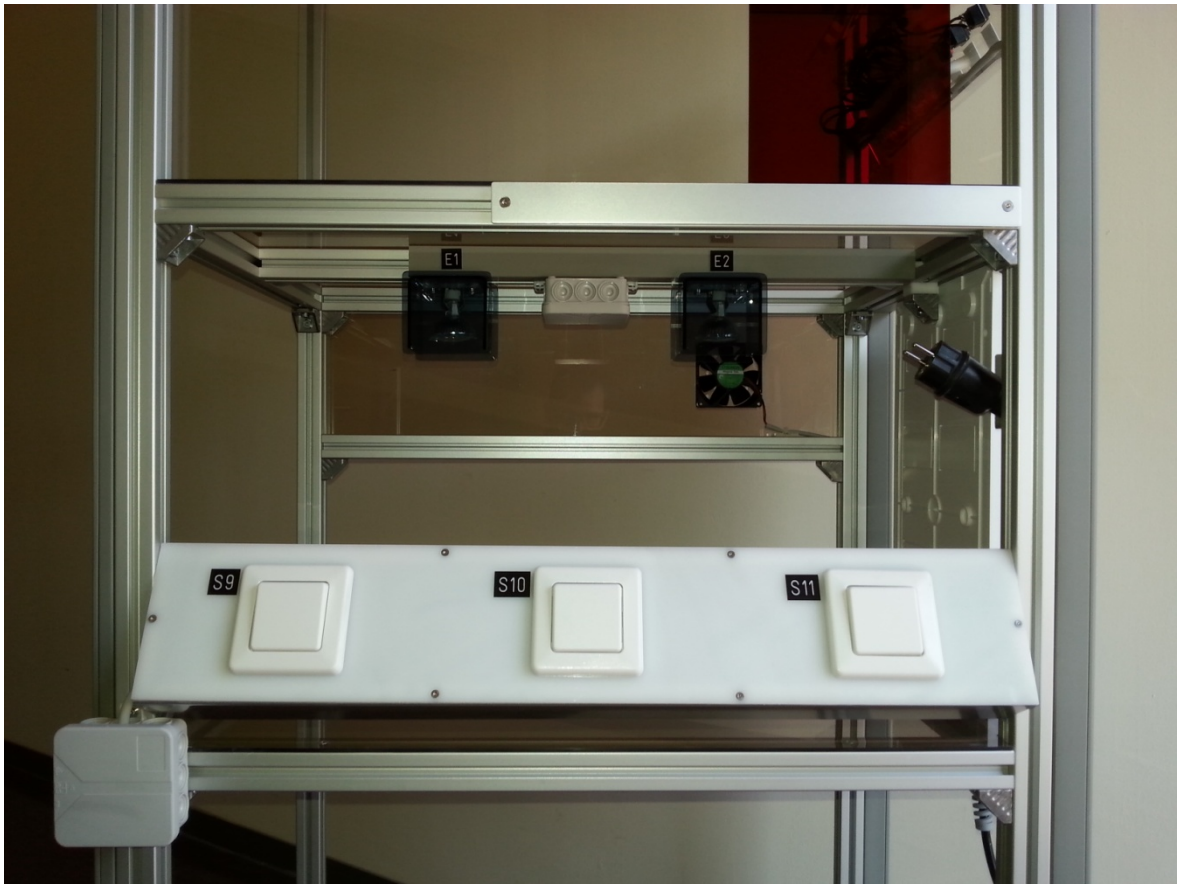
Bilder des Ausbildungsmodells

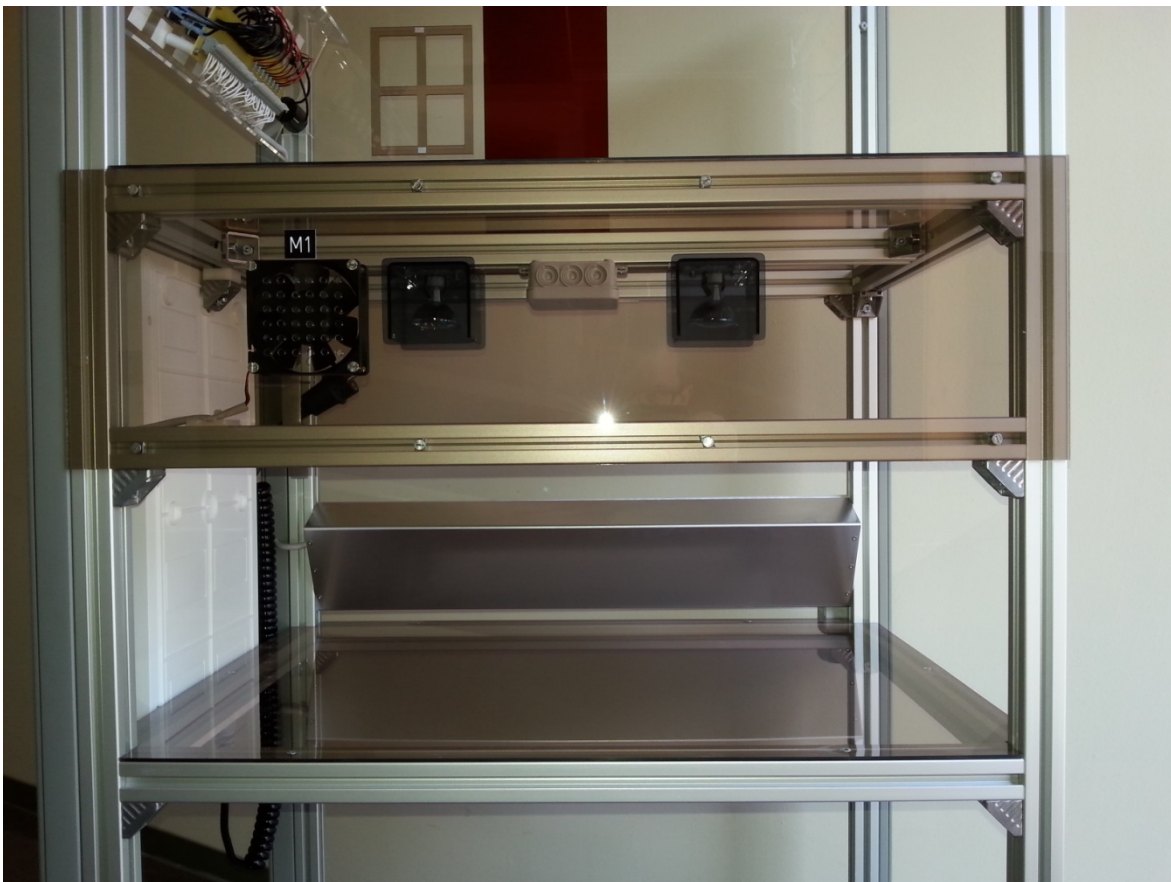
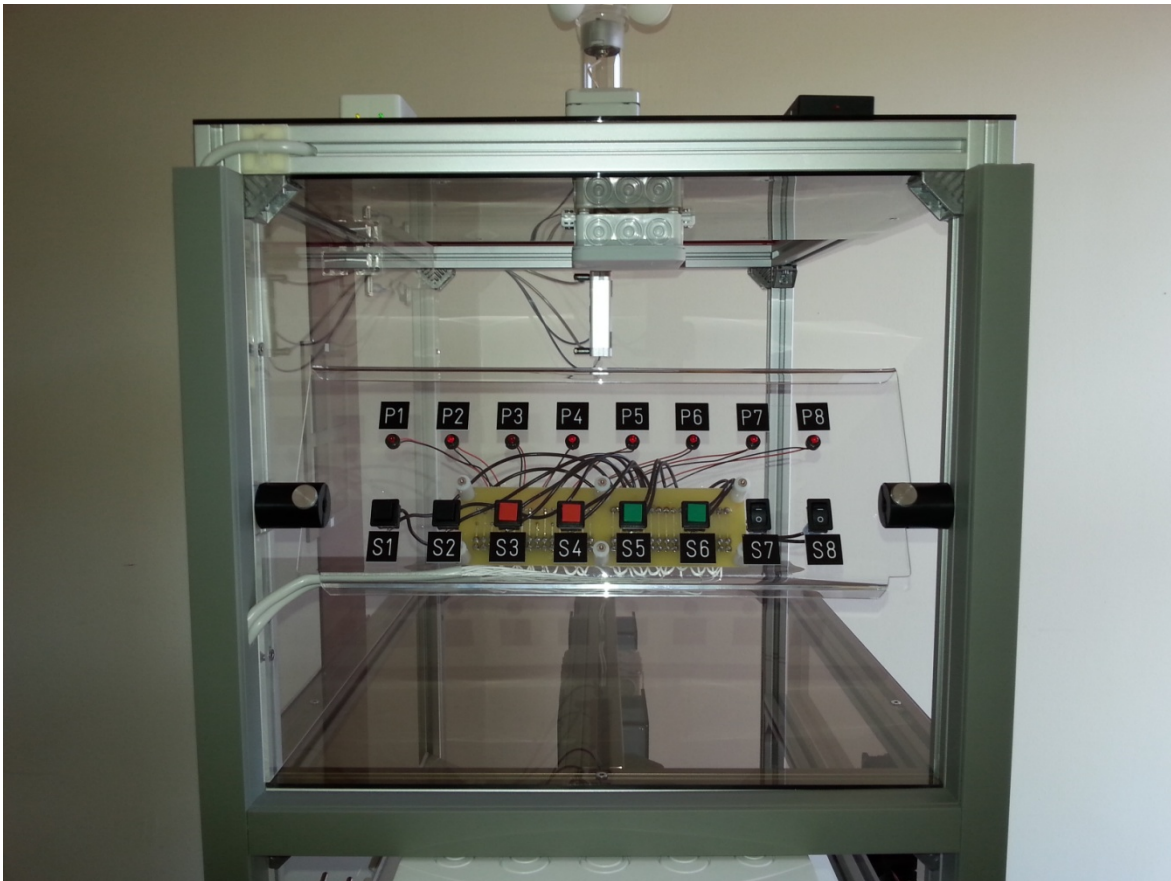


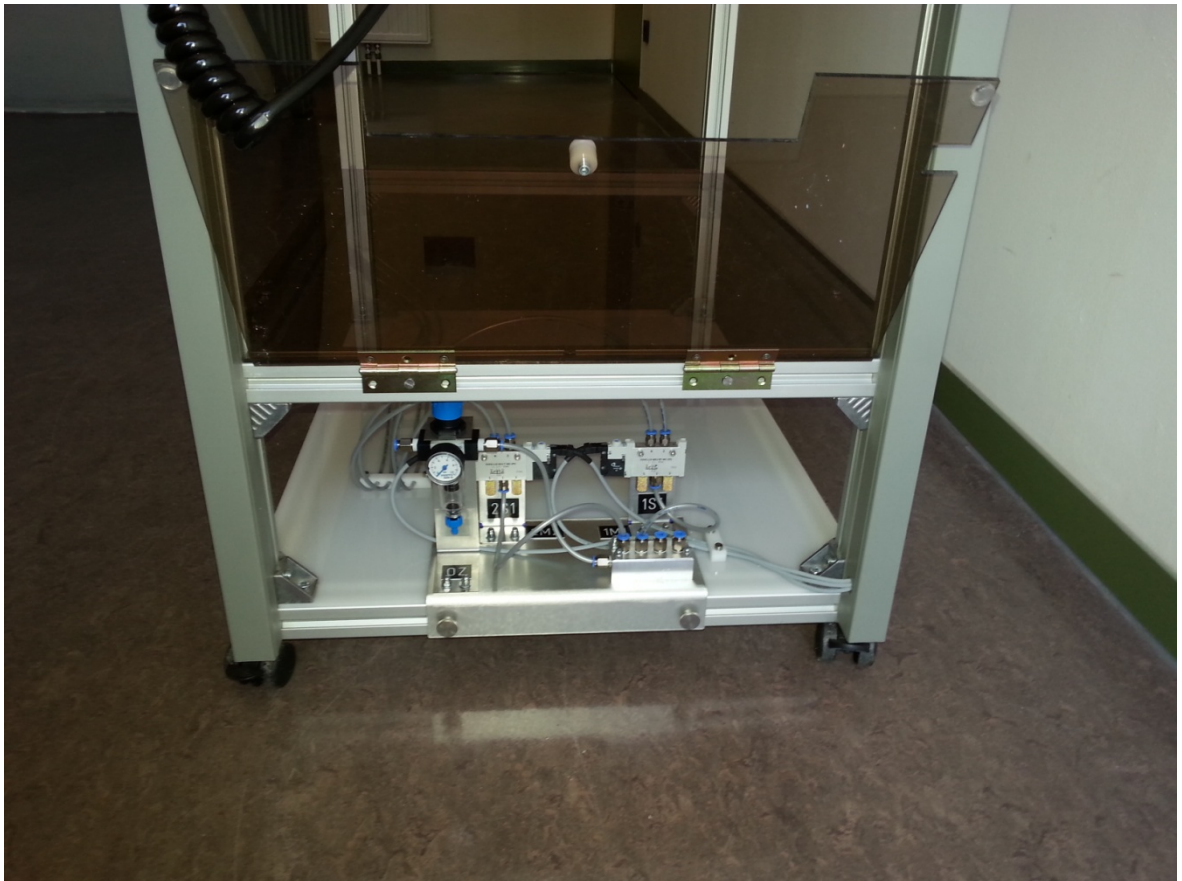


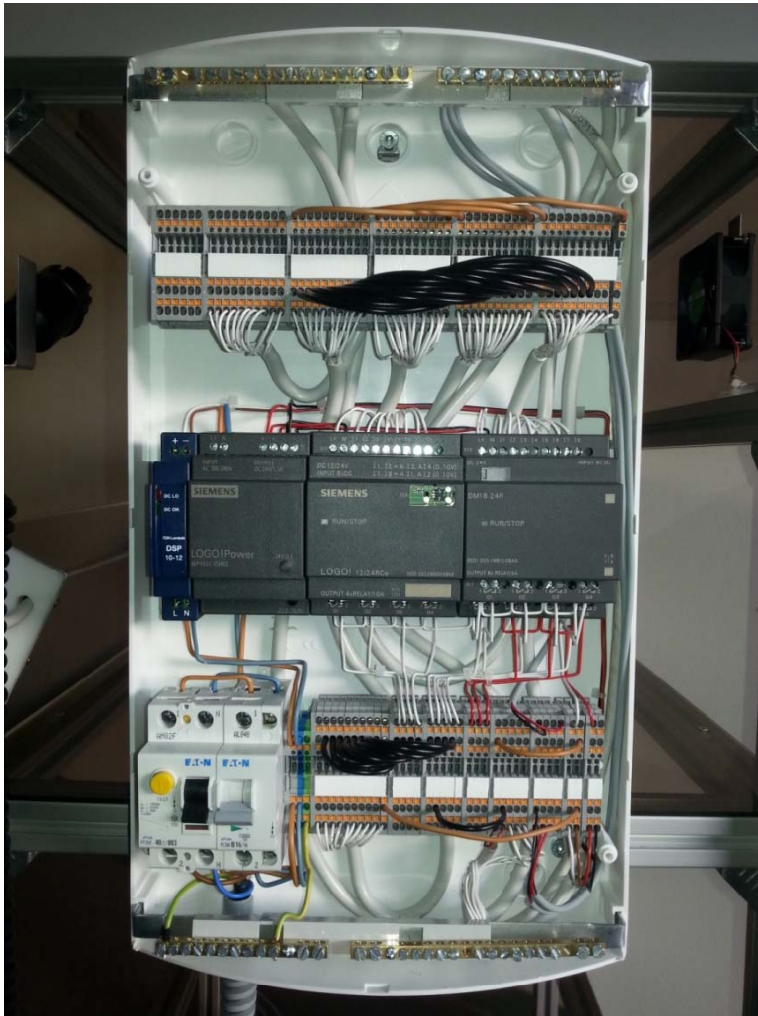












Kennbuchstaben von Betriebsmitteln

Kennbuchstaben von Betriebsmitteln in Schaltplänen

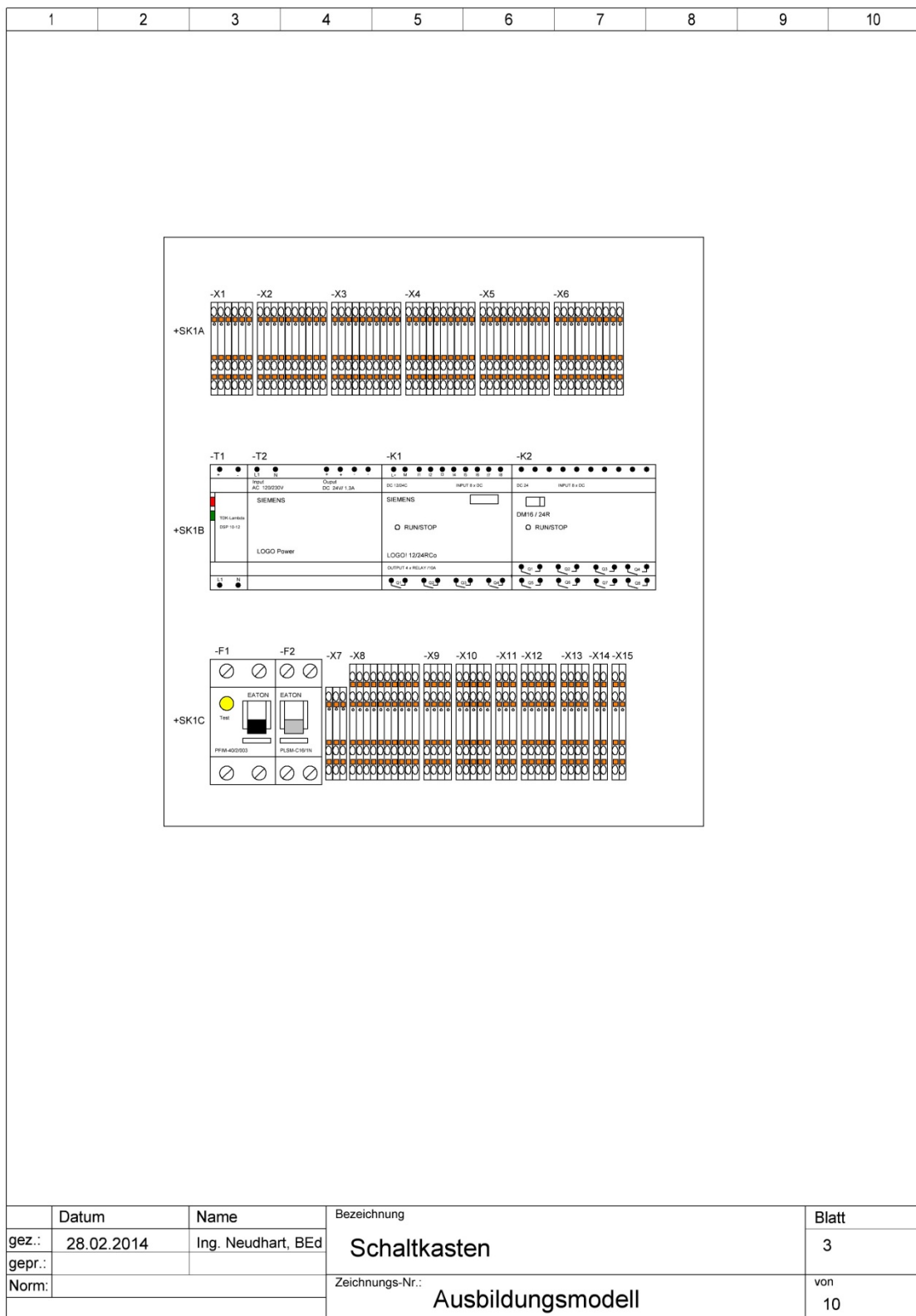
nach ÖVE/ÖNORM 61346 Teil 2, Auszug

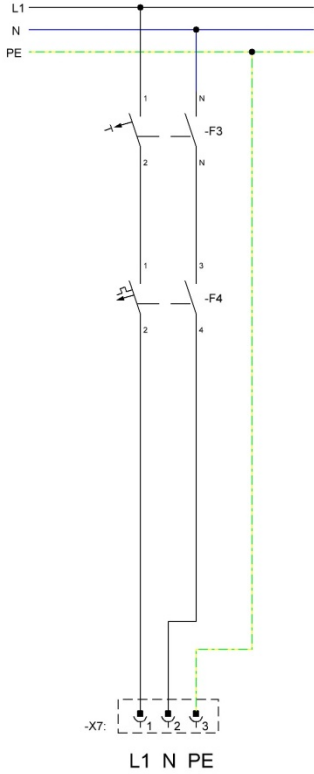
Kennbuchstabe	Zweck des Betriebsmittls (Objekts)	Beispiele
A	Zwei oder mehr Zwecke, jedoch kein Hauptzweck erkennbar	Sensorbildschirm, Touch-Screen
B	Umwandlung einer Eingangsvariablen in ein zur Weiterverarbeitung bestimmtes Signal	Messwandler, Sensor, Thermistor-Schutzeinrichtung (Motorschutz)
C	Speichern von Energie, Information oder Material	Kondensator, Festplatte, RAM, ROM
E	Bereitstellen von Strahlung oder Wärmeenergie	Leuchte, Heizung, Laser, Glühlampe
F	Direkter Schutz eines Energie- oder Signalfusses vor gefährlichen Zuständen, einschließlich Systemen für Schutzzwecke	Sicherung, LS-Schalter, thermisches Überlastrelais
G	Erzeugung eines Energie-, Material- oder Signalfusses zur Verwendung als Informationsträger	Signalgenerator, Generator, Solarzelle, Batterie
K	Verarbeitung, Empfang und Bereitstellung von Signalen, jedoch nicht für Schutzzwecke	Relais, Hilfsschütz, Zeitrelais, Binärelement, Transistor
M	Bereitstellung von mechanischer Energie für Arbeitszwecke	Betätigungsspule, Elektromotor
P	Erstellung von Information	Meldeleuchte, Messgerät, LED, Lautsprecher
Q	Kontrolliertes Schalten eines Energie-, Signal- oder Materialflusses	Leistungsschalter, Lastschütz, Triac, Leistungstransistor, Thyristor, IGBT
R	Begrenzung oder Stabilisierung von Energie-, Informations- oder Materialflusses	Diode, Widerstand, Drosselspule, Begrenzer, Diac
S	Umwandlung einer manuellen Betätigung in ein Signal	Steuerschalter, Wahlschalter
T	Umwandlung von Energie oder Information unter Beibehaltung der Energieart oder des Informationsgehalts	Verstärker, Messumformer, Gleichrichter, AC-DC-Umsetzer, Transformator
U	Halten von Objekten in definierter Lage	Isolator, Kabeltragvorrichtung
V	Verarbeitung von Materialien	Rauchgasfilter
W	Leiten oder führen von Energie, Materialien oder Signalen	Sammelschiene, Informationsbus
X	Verbinden von Objekten	Klemme, Steckdose

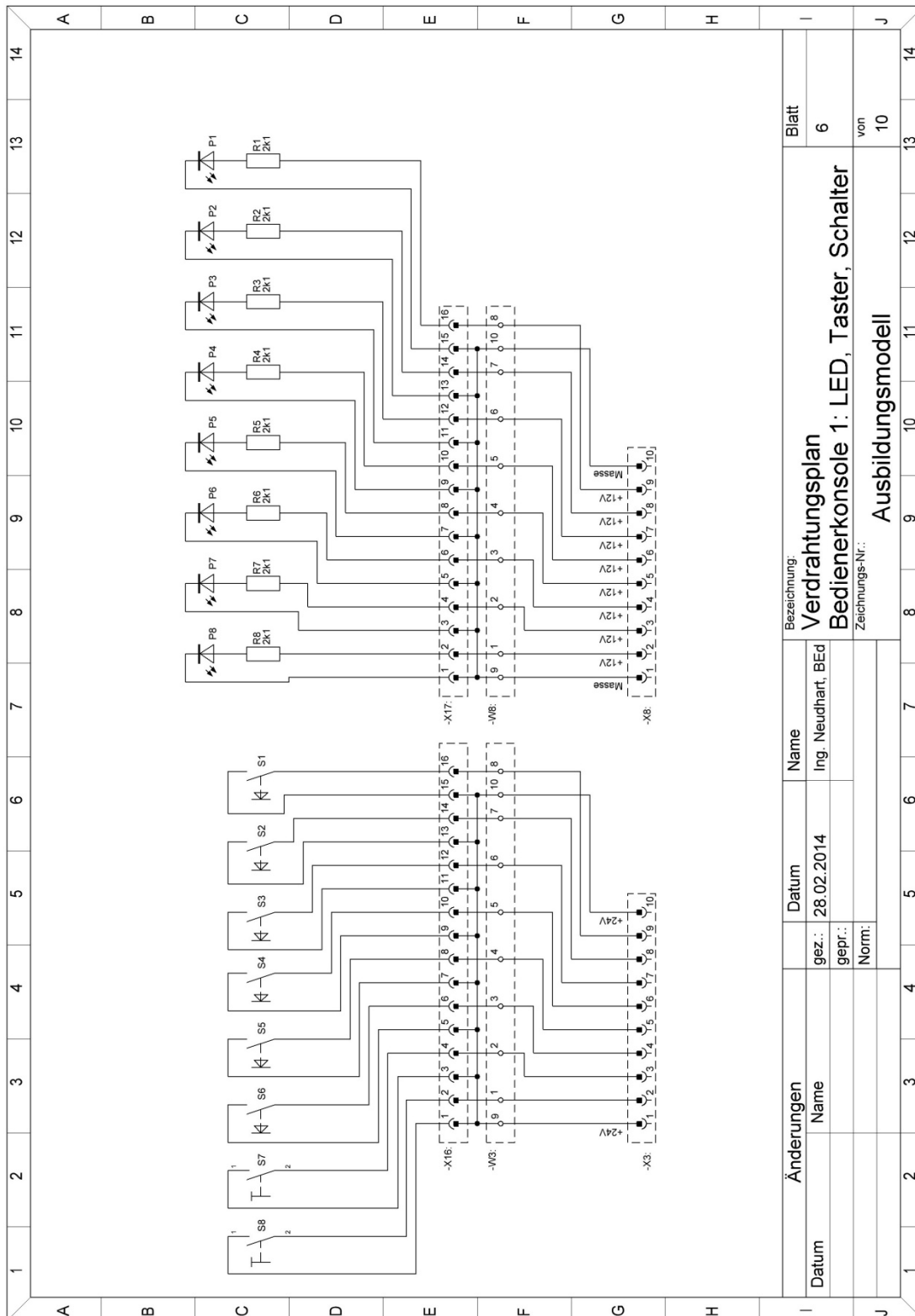
Verdrahtungspläne

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<p>BETRIEBSMITTELKENNZEICHNUNG:</p> <p>-----</p> <p>Anlage:</p> <p>-----</p> <p>=MH Modellhaus Anlage</p> <p>Ort:</p> <p>-----</p> <p>+SK1A Schaltkasten 1, Montageschiene A +SK1B Schaltkasten 1, Montageschiene B +SK1C Schaltkasten 1, Montageschiene C +BK1 Bedienerkonsole 1 +BK2 Bedienerkonsole 2</p> <p>Betriebsmittel:</p> <p>-----</p> <p>-E1 Lampe 1 -E2 Lampe 2 -F1 FI-Schutzschalter -F2 Leitungsschutzschalter -K1 Siemens LOGO Basismodul -K2 Siemens LOGO Erweiterungsmodul -M1 Lüftermotor -1M1 Pneumatik: Magnetventil 1 (Zylinder 1, Dachfenster) -2M1 Pneumatik: Magnetventil 2 (Zylinder 2, Sonnenschutz) -2M2 Pneumatik: Magnetventil 3 (Zylinder 2, Sonnenschutz) -P1 Bedienerkonsole 1: LED 1 -P2 Bedienerkonsole 1: LED 2 -P3 Bedienerkonsole 1: LED 3 -P4 Bedienerkonsole 1: LED 4 -P5 Bedienerkonsole 1: LED 5 -P6 Bedienerkonsole 1: LED 6 -P7 Bedienerkonsole 1: LED 7 -P8 Bedienerkonsole 1: LED 8 -S1 Bedienerkonsole 1: Taster 1 -S2 Bedienerkonsole 1: Taster 2 -S3 Bedienerkonsole 1: Taster 3 -S4 Bedienerkonsole 1: Taster 4 -S5 Bedienerkonsole 1: Taster 5 -S6 Bedienerkonsole 1: Taster 6 -S7 Bedienerkonsole 1: Schalter 1 -S8 Bedienerkonsole 1: Schalter 2 -S9 Bedienerkonsole 2: Taster 1 -S10 Bedienerkonsole 2: Taster 2 -S11 Bedienerkonsole 2: Taster 3 -B1 Regensensor -B2 Helligkeitssensor -B3 Präzisions Dämmerungsschalter -B4 Windsensor -1B1 Pneumatik: Näherungsschalter 1 Zylinder 1 -1B2 Pneumatik: Näherungsschalter 2 Zylinder 1 -2B1 Pneumatik: Näherungsschalter 1 Zylinder 2 -2B2 Pneumatik: Näherungsschalter 2 Zylinder 2 -T1 Netzgerät 12V DC -T2 Netzgerät 24V DC</p>											
				Datum				Name		Bezeichnung	
gez.:				28.02.2014				Ing. Neudhart, BEd		Betriebsmittelkennzeichnung Teil 1	
gepr.:										Blatt	
Norm:										1	
										Zeichnungs-Nr.:	
										Ausbildungsmodell	
										von	
										10	

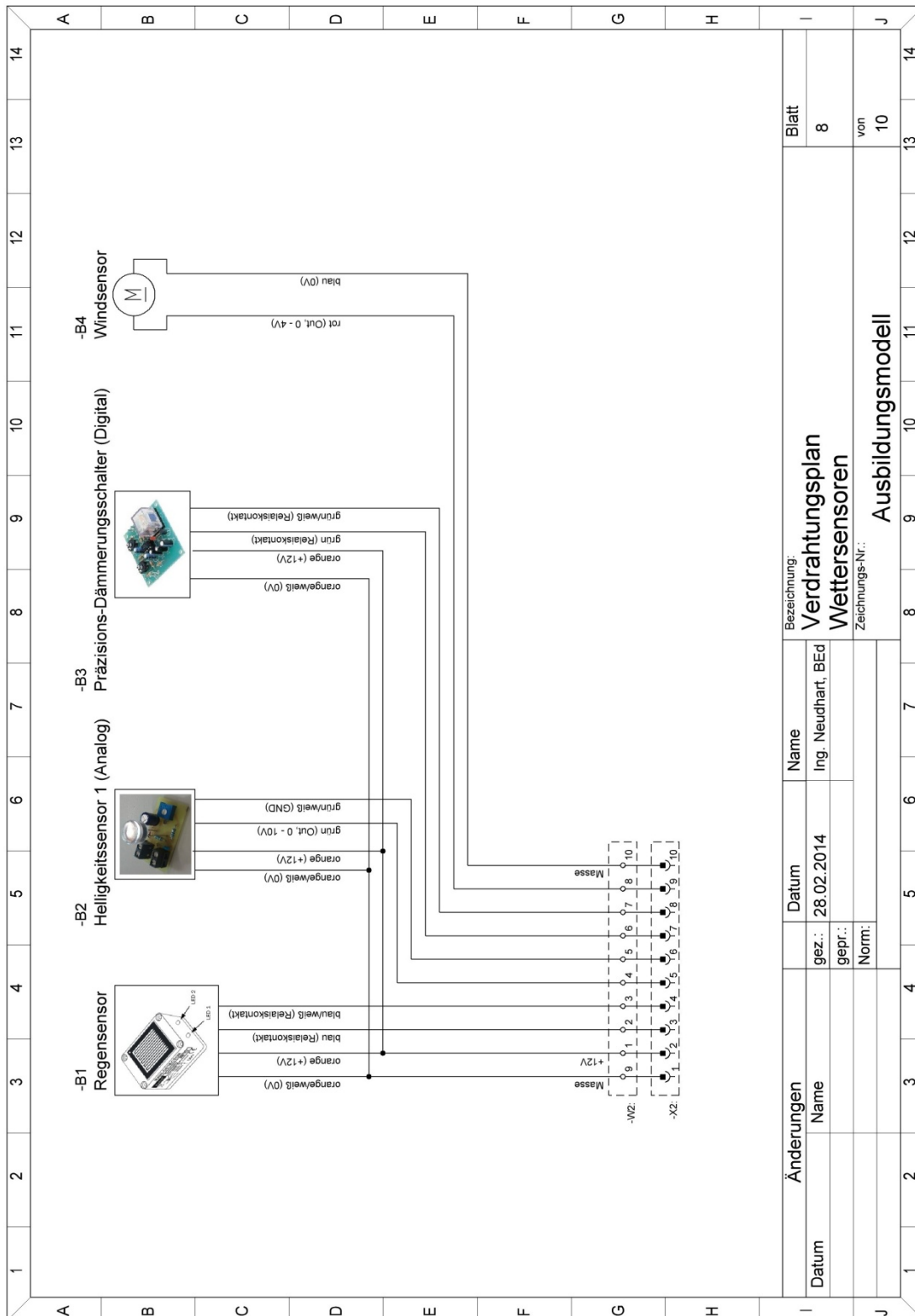
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<p>BETRIEBSMITTELKENNZEICHNUNG:</p> <p>Betriebsmittel:</p> <ul style="list-style-type: none"> -X1 Kleinspannungsversorgung für Input (12V, 24V), Reserve -X2 Eingangsklemmen: Wettersensoren -X3 Eingangsklemmen: Bedienerkonsole 1 -X4 Eingangsklemmen: Bedienerkonsole 2, Pneumatik Sensoren -X5 Eingangsklemmen: Siemens LOGO Basismodul (I1 - I8) -X6 Eingangsklemmen: Siemens LOGO Erweiterungsmodul (I9 - I16) -X7 Netzspannungsversorgung 230V AC -X8 Ausgangsklemmen: LED's Bedienerkonsole 1 -X9 Ausgangsklemmen: Siemens LOGO Basismodul (Q1 - Q4) -X10 Ausgangsklemmen: Siemens LOGO Erweiterungsmodul (Q5 - Q9) -X11 Ausgangsklemmen: Siemens LOGO Erweiterungsmodul (Q10 - Q12) -X12 Ausgangsklemmen: Lüfter und LED-Lampen -X13 Ausgangsklemmen: Pneumatik Ventile, Reserve -X14 Kleinspannungsversorgung für Output 12V DC -X15 Kleinspannungsversorgung für Output 24V DC -X16 Bedienerkonsole 1: Taster und Schalter -X17 Bedienerkonsole 1: LED's -W1 Verbindungskabel: LED-Lampen -W2 Verbindungskabel: Wettersensoren -W3 Verbindungskabel: Bedienerkonsole 1, Taster und Schalter -W4 Verbindungskabel: Bedienerkonsole 2, Schalter, Pneumatik Sensoren -W5 Verbindungskabel: Eingänge, Siemens LOGO Basismodul -W6 Verbindungskabel: Eingänge, Siemens LOGO Erweiterungsmodul -W7 Verbindungskabel: Lüfter -W8 Verbindungskabel: Bedienerkonsole 1, LED's 									
	Datum	Name	Bezeichnung					Blatt	
gez.:	28.02.2014	Ing. Neudhart, BEd	Betriebsmittelkennzeichnung Teil 2					2	
gepr.:									
Norm:			Zeichnungs-Nr.: Ausbildungsmodell					von 10	

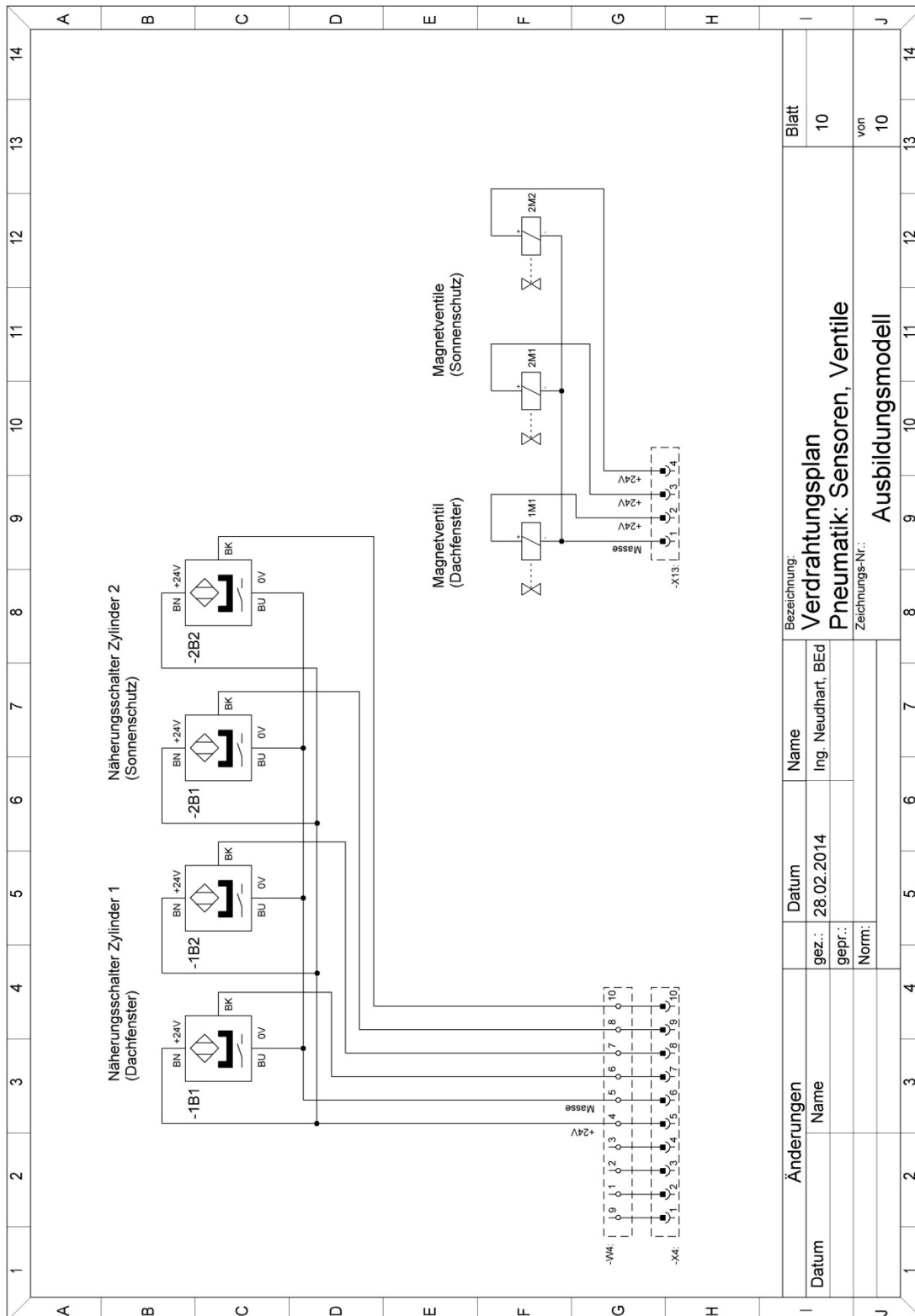


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										
	Datum	Name	Bezeichnung						Blatt	
gez.:	28.02.2014	Ing. Neudhart, BEd	Verdrahtungsplan						4	
gepr.:			FI und LS							
Norm:			Zeichnungs-Nr.:						von	
			Ausbildungsmodell						10	


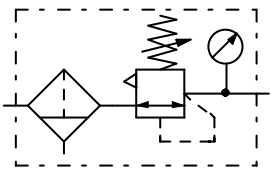
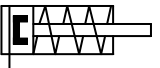
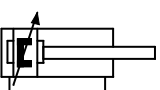


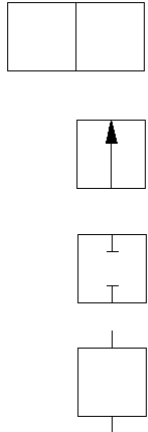
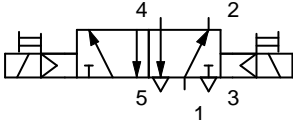
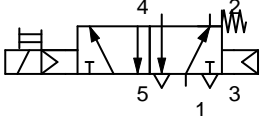
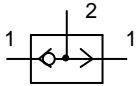
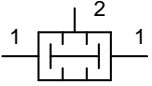

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Datum	Name	Bezeichnung					Blatt	
gez.:	28.02.2014	Ing. Neudhart, BEd	Verdrahtungsplan Bedienerkonsole 2: Taster					7	
gepr.:								von	
Norm:			Zeichnungs-Nr.: Ausbildungsmodell					10	



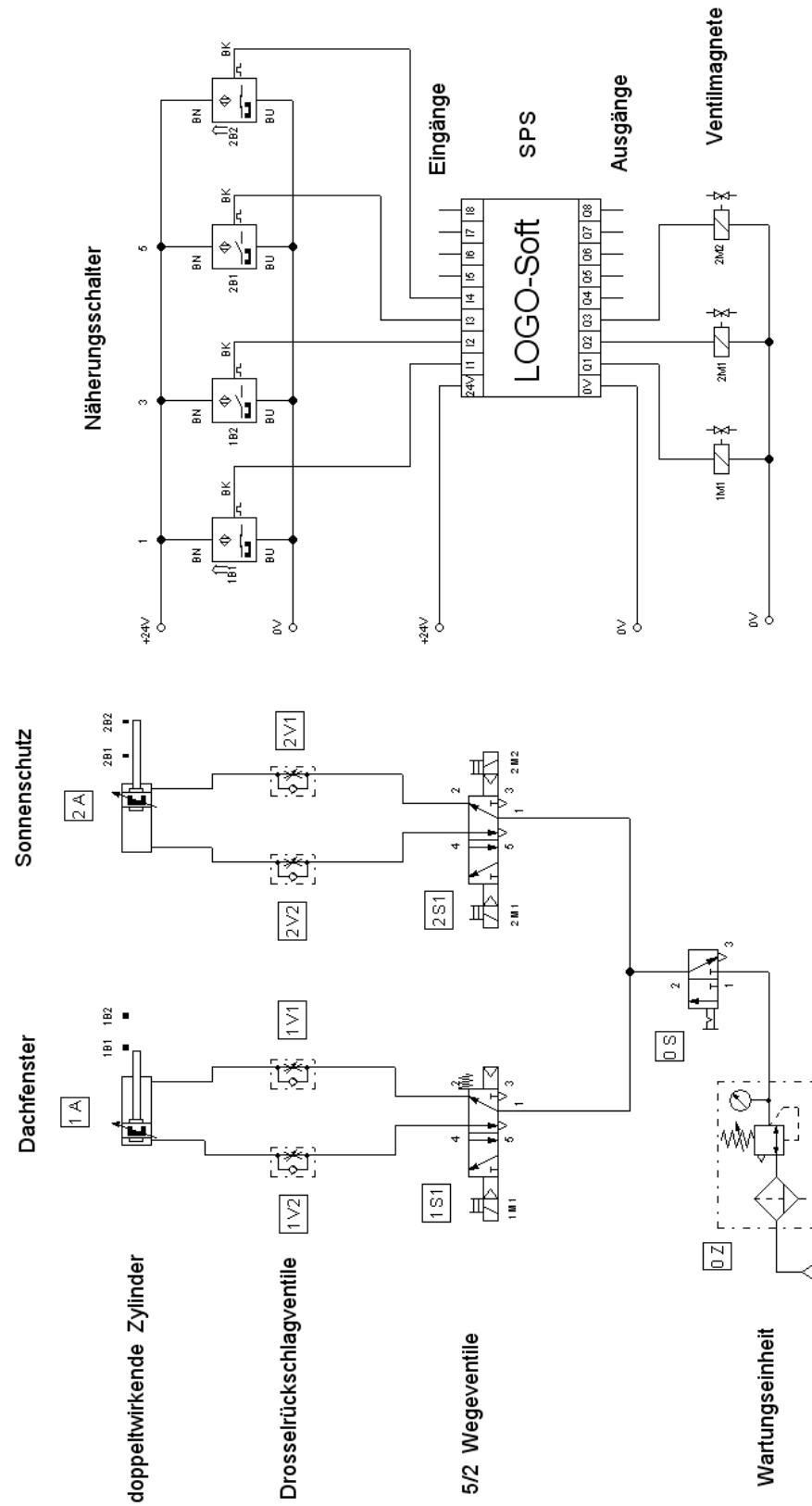


Symbole Pneumatikkomponenten

Druckluftversorgung		
	Druckluftquelle	
Druckluftaufbereitung		
	Wartungseinheit	
Pneumatische Steuerung		
Aktoren	Einfachwirkender Zylinder	
	Doppeltwirkender Zylinder	

Ventile		
Wegeventile	<p>Anzahl der Quadrate entspricht den Schaltzuständen</p> <p>Linien geben Durchflusswege an; Pfeile die Durchflussrichtung</p> <p>Gesperpte Anschlüsse</p> <p>Anschlüsse für Zu- und Abluft</p>	
	5/2-Wege-Magnetimpulsventil	
	5/2-Wege-Magnetventil	
Sperrventile	Wechselventil (ODER)	
	Zweidruckventil (UND)	
Stromventile	Drosselrückschlagventil	

Pneumatik Schaltplan



Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Zistersdorf, den 24.04.2014

Christof Neudhart